



Työterveyslaitos

Biologinen monitorointi vuositilasto 2011

Mirja Kiilunen

Tietoa työstä

Biologinen monitorointi vuositilasto 2011

Mirja Kiilunen

Työterveyslaitos

Helsinki 2013

Työterveyslaitos
Kemikaaliturvallisuuksiimi
Topeliuksenkatu 41 a A
00250 Helsinki
www.ttl.fi

Toimitus: Mirja Kiilunen
Piirokset: Mirja Kiilunen
Kansi: Mainostoimisto Albert Hall Finland Oy Ltd

© 2013 Työterveyslaitos ja kirjoittajat

Tämän teoksen osittainenkin kopiointi on tekijänoikeuslain (404/61, siihen myöhemmin tehtyine muutoksineen) mukaisesti kielletty ilman asianmukaista lupaa.

ISBN 978-952-261-267-0 (nid.)

ISBN 978-952-261-268-7 (PDF)

Juvenes Print – Suomen Yliopistopaino Oy, Tampere, 2013

ESIPUHE

Kemikaalialtistumista voidaan arvioida työhygieenisillä mittauksilla tai biologisella monitoroinnilla. Biologisessa monitoroinnissa työntekijältä kerätään yleisimmin veri- tai virtsanäyte, josta määritetään altistavaa ainetta, sen aineenvaihduntatuotetta tai fysiologista vastetta. Biologinen monitorointi huomioi yksilöiden väliset erot altistumisesta sekä imeytymisen kaikkia kolmea reittiä pitkin: ihon läpi, hengitysteitse ja ruoansulatuskanavasta, sekä aineen kertymisen elimistöön pitkäaikaisessa ja toistuvassa altistumisessa. Kokonaisaltistuminen on erityisen tärkeä arvioitaessa altistumista ja altistumisen aiheuttamaa terveysriskiä aineille, jotka imeytyvät merkittävässä määrin ihon läpi tai jotka kertyvät elimistöön jatkuvassa ja toistuvassa altistumisessa. Biomonitorointiin tarkoitettuja analyysimenetelmiä on käytettävissä kuitenkin vain harvoille kemikaaleille. Lisäksi aineilla, joiden vaikutus on paikallinen, saman alkuaineen eri yhdisteiden vaikutukset voivat olla hyvin erilaisia. Aineet voivat vaikuttaa esimerkiksi iholla tai suoraan keuhkokudokseen. Tällöin työhygieenisillä mittauksilla saadaan todellinen kuva altistumisesta. Paras kuva kokonaisaltistumisesta saadaan, jos yhdistetään biologisella monitoroinnilla ja työhygieenisillä mittauksilla saadut tulokset. Kirjan tilastojen on tarkoitus luoda perusta työpaikkojen kemikaalialtistumisen verrattavuuteen eri työtehtävissä ja näin vähentää työntekijöiden altistumista.

Biologista monitorointi voidaan käyttää altistumisen arviointiin vain, jos näytteet on kerätty annettujen ohjeiden mukaisesti oikeanlaisiin näyteastioihin. Biomonitorointitulosten tulkinta tapahtuu yksinkertaisimmillaan vertaamalla niitä altistumattomien viiterajaan ja toimenpiderajaan. Altistumattomien viiteraja on tavallisesti Työterveyslaitoksen tutkimuksiin perustuva pitoisuus, jota 95 % työssä altistumattomista suomalaisista ei ylitä. Joidenkin kemikaalien kohdalla se on sama kuin biomonitorointimenetelmän määrittämisraja, mikäli kemikaali on sellainen, jolle ei ympäristöperäisesti altistuta. Altistumattomien viiterajan ylitys kertoo henkilön altistuneen kyseiselle aineelle. Toimenpideraja on pitoisuus, jonka alapuolella pysyminen yleensä tarkoittaa, että vakavia terveyshaittoja ei ole odotettavissa työskenneltäessä tällaisissa olosuhteissa. Tämä ei poissulje sitä, että toimenpideraja-arvon alapuolellakin voi esiintyä herkillä henkilöillä todettavia terveyshaittoja ja eriasteisia viihtyvyyshaittoja. Myös altistuminen voi olla eri päivinä erilaista ja yksittäinen mittaus ei välttämättä kerro kuin sen hetkisen tilanteen. Toimenpiderajaa ei kuitenkaan pitäisi ylittää toistuvasti. Toisaalta kertaluonteinen toimenpiderajan ylittäminen ei tarkoita sitä, että sairastumista olisi odotettavissa, koska raja-arvot on asetettu ajatellen työuran pituista altistumista ja niihin liittyy jonkinasteinen turvamarginaali. Tavoitetasoksi kutsutaan pitoisuutta, johon hyvissä työskentelyolosuhteissa tulisi pyrkiä. Tällaisia tasoja on asetettu erityisesti syöpävaarallisille aineille, joille ei voida asettaa täysin turvallista tasoa. Näistä esimerkkejä ovat virtsan kromi- ja nikkelimittaus (U-Cr, U-Ni) sekä veren tetrakloorieteenimittaus (B-PerklEt). Veren tetrakloorieteenimittaukselle on kuitenkin annettu myös toimenpideraja. Saamme jatkuvasti uutta tutkimustietoa aineiden haitoista ja sen myötä raja-arvotkin muuttuvat.

Vuonna 2011 sosiaali- ja terveysministeriö (STM) on asetuksellaan haitalliseksi tunnetuista pitoisuuksista (1213/2011) vahvistanut biologisten altistumisindikaattorien

viiteraja-arvot työturvallisuuslain (738/2002) nojalla. Näitä viiteraja-arvoja on asetettu arseenille ja sen epäorgaanisille yhdisteille, elohopealle ja sen epäorgaanisille yhdisteille, etyylibentseenille, fenolille, ksyleenille, lyijylle ja sen epäorgaanisille yhdisteille, metyleenibis(2-kloorianiliinille) (MOCA), rikkihiilelle, styreenille, tetrakloorieteenille, tolueenille ja trikloorieteenille. Lisäksi on olemassa Valtioneuvoston päätökseen lyijytyöstä (1154/1993) perustuvat veren lyijypitoisuuden toimenpiderajat. Nämä löytyvät vuoden 2012 HTP-arvot julkaisusta ([HTP-arvot 2012, STM julkaisuja, 2012:5 ja ruotsiksi 2012:6](#)). Näitä STM:n asetuksella vahvistettuja viiteraja-arvoja lukuun ottamatta muut Työterveyslaitoksen toimenpideraja-arvot ovat Työterveyslaitoksen antamia suosituksia, jotka on asetettu perustuen joko STM:n julkaisemiin haitallisiksi tunnettuihin pitoisuuksiin (HTP) ja tietoon HTP-arvoa vastaavan ilmapitoisuuden ja biologisessa näytteessä havaitun pitoisuuden välillä, tai suoraan toksikologis-epidemiologiseen tietoon aineen terveydellisten haittavaikutusten annosvastesuhteista.

Vuodesta 2007 alkaen Työterveyslaitos on aktiivisesti arvioinut uudelleen useiden altisteiden toimenpideraja-arvoja uusimman olemassa olevan haittavaikutustiedon pohjalta. Vuoden 2011 aikana muutoksia on tapahtunut veren lyijyn työssään altistumattomien henkilöiden arvossa, joka laski 0,3 $\mu\text{mol/l}$ arvosta 0,09 $\mu\text{mol/l}$ arvoon ja tetrakloorieteenin (perkloorietyleenin) tavoitetason asettamisessa 0,1 $\mu\text{mol/l}$.

Vuonna 2012 muutoksia on useita. Virtsan koboltin toimenpideraja laski 600 nmol/l 130 nmol/l, joka vastaa ilman 0,01 mg/m³ kobolttipitoisuutta. Virtsan naftolimittauksessa siirryttiin 1-naftolin sijasta mittaamaan 2-naftolia ja samalla siirryttiin ilmoittamaan tulokset mikrogrammoissa litrassa kuten virtsan pyrenolinkin kohdalla. Muut muutokset altistumattomien viitearvoissa olivat: seerumin PCB 2 $\mu\text{g/l}$ ja seerumin tiosyanaatti 110 $\mu\text{mol/l}$ tupakoimattomat, veren koboltti 0,8 $\mu\text{g/l}$, veren kromi 0,8 $\mu\text{g/l}$, veren mangaani 295 nmol/l, veren molybdeeni 1,4 $\mu\text{g/l}$ ja veren titaani 24 $\mu\text{g/l}$, virtsan koboltti 25 nmol/l, virtsan lyijy 0,008 $\mu\text{mol/l}$, virtsan mangaani 10 nmol/l, virtsan 2-naftoli 7 $\mu\text{g/l}$ tupakoimattomat, 30 $\mu\text{g/l}$ tupakoivat, virtsan pyrenoli 0,8 $\mu\text{g/l}$, virtsan seleeni 0,07 mg/g kreatiniinia (myös laatumuunnos), virtsan tiosyanaatti 140 $\mu\text{mol/l}$ tupakoimattomat, virtsan titaani 680 nmol/l, virtsan uraani 0,08 $\mu\text{g/g}$ kreatiniinia ja virtsan vanadiini 7 nmol/l.

Tässä tilastossa on kuitenkin altistumistietoja käsitelty vanhojen vuonna 2011 voimassa olleiden raja-arvojen pohjalta. Perustelut raja-arvojen asettamiselle ja muutoksille löytyvät Työterveyslaitoksen biomonitoroinnin internetsivuilta, www.ttl.fi/biomonitorointi.

Vuonna 2011 valtaosa biomonitorointianalyyseistä suoritettiin Työterveyslaitoksen Helsingin toimipisteessä. Turun toimipisteessä tutkittiin altistumista isosyanaateille. Kuopiossa keskityttiin homepölyn ja punkkien aiheuttaman altistumisen arviointiin. Työterveyslaitoksen Asiakasratkaisut on Mittatekniikan keskuksen akkreditoima testauslaboratorio (T013). Luettelo akkreditoituista analyyseistä ja muuntuvasta testausalueesta löytyvät Mittatekniikan keskuksen kotisivuilta www.mikes.fi.

Vuonna 2011 analysoitiin yhteensä 21262 näytettä. Näistä palvelunäytteitä oli 17489 kappaletta. Määrällisesti tärkeimpiä kemiallisen altistumisen biomonitorointianalyse-

jä ovat virtsan kromin ja nikkelin määritykset, veren lyijymääritys, virtsan epäorgaanisen arseenin ja alumiinin määritys sekä orgaanisista aineista styreenialtistumisen arvioinnissa käytettävä virtsan manteli- ja fenyyliglyoksyylihapon määritys. Asiakkailla tarjottiin myös useamman altisteen analyysipaketteja helpottamaan tiettyjen työtehtävien altistumisen arviointia. Näitä olivat mm. kadmiumaltistumisen arvioinnissa käytetty veren ja virtsan kadmiumanalyysi (BU-KADMIUM), erilaisissa metallitoissa altistuminen kromille ja nikkelille (U-METSUP, U-PINTSU ja U-RSTSU), polyaromaattisille hiilivedyille altistuminen (U-PAH) ja eri työaloilla tapahtuvien kokonaisaltistumisten seurantaan tarkoitetut ongelmajätteiden työskentelyssä tapahtuvan altistumisen (BU-ONGELMA) ja lasiteollisuuden kemikaalialtistumisen (BU-LASI) seuranta-analyysit. Kolmesta viimeksi mainitusta ei ole tässä yhteenvedossa omaa kappaletta johtuen erityyppisen altistumisen vertaamisen vaikeudesta, näytteiden vähydestä tai niiden kohdistumisesta yksittäisiin tunnistettaviin työpaikkoihin. Näiden analyysien tulokset on käsitelty vain osamääritysten mukana.

Suomessa altistutaan edelleen merkittävässä määrin haitallisille kemiallisille altisteille. Vuonna 2011 voimassa olleiden tavoitetasojen ylityksiä mitattiin erityisen runsaasti virtsan kromin ja nikkelin kohdalla. Hiilimonoksidin toimenpiderajan ylityksiä on 15 % kaikista mittauksista ja nämä tapahtuivat automaalaamo- ja valimotyössä (16 kpl). Pyreenialtistuksen kohdalla todettiin uuden raja-arvon, 12 nmol/l, käytteenoton myötä 14,8 % (n = 63 kpl) toimenpiderajan ylityksiä. Merkittävimmät PAH-altistumiset tapahtuivat kyllästettäessä puuta kreosootilla tai sen käsittelyssä. Tutkittujen styreenilaminaatin ruiskuttajien määrä on kasvanut viime vuodesta yli 20 % 460 arviointiin. Styreenin kohdalla mitattiin toimenpiderajan ylityksiä enemmän kuin vuonna 2010: 21 % (68 kappaletta) analysoiduista näytteistä ylitti toimenpiderajan vuonna 2011.

Muita toimenpiderajan ylityksiä todettiin alumiinille alumiinihitsauksessa ja alumiini-levyjen asennustyössä, arseenille useissa erilaisissa työtehtävissä, elohopealle kloorialkaliteollisuudessa, kadmiumille terähionnassa ja kovajuotoksessa, koboltille kobolttipinnoitteen hionnassa ja kobolttikemikaalien valmistuksessa, mangaanille mangaanipitoisen teräksen puhdistustyössä. Lyijylle altistuttiin hitsaus-, koneistus-, sorvaus ja valutyössä. Orgaanisista kemikaaleista ksyleenialtistuksen mittarin virtsan metyylihippuurihappopitoisuuden toimenpiderajat ylittyivät pintakäsittelyssä ja ruiskumaalauksessa ja rikkihiilelle altistuttiin viskoositeollisuudessa.

Kemikaalialtistumisen biomonitoroinnin tarve on edelleen kiistaton kirjan tilastojen perusteella. Biomonitorointi on usein ainoa tapa arvioida altistumista luotettavasti etenkin ihoimeytyville kemikaaleille. Vuosiraportin taulukot 1 ja 2 sisältävät tiedot Työterveyslaitoksen biomonitorointianalyysien määristä ja niiden jakautumisesta palvelun, tutkimuksen ja laaduntarkkailun kesken. Taulukkoon 3 on koottu tietoa toimenpiderajojen ylityksistä työperäisessä altistumisessa vuonna 2011. Analyysikohtaiseen osioon on koottu altisteen mukaisessa aakkosjärjestyksessä määrällisesti merkittävimpien (noin 50 työperäistä altistumismittausta vuosittain) työperäisten altistumismittausten vuotuiset pitoisuusjakaumat ja analyysimäärät. Kunkin altisteen kohdalla kerrotaan vuoden 2011 aikana tehtyjen altistumismittausten tärkeimmät tilastoarvot sekä altistumattomien viiterajan ja toimenpiderajan ylittäneiden henkilöiden lukumäärät ja työtehtävät. Pitoisuusjakaumakuvassa on käytetty jakovä-

lien keskikohtaa ilmaisemaan analyytin pitoisuutta. Taulukossa 4 on esitetty tilastotietoja työperäisistä altistumismittauksista, joita on tehty alle 50 kappaletta vuoden 2011 aikana, taulukossa 5 on niihin liittyvät viitearvot, taulukoihin 6 ja 7 on koottu muutokset viiterajoissa vuosina 2011 ja 2012 ja taulukossa 8 on kunkin analyysin vastuuhenkilöt.

Helsingissä 11.1.2013

Mirja Kiilunen

ABSTRACT

Chemical exposure can be evaluated through industrial hygiene measurements or biomonitoring. Biomonitoring workers' exposure usually involves a blood or urine sample, from which the exposing substance, its metabolites or a physiological response are measured. Biological monitoring takes into account individual differences in exposure; absorption through all three routes: the skin, inhalation, and the gastrointestinal tract; and accumulation through both long-term and repeated exposure. Biomonitoring also makes it possible to determine the effectiveness of protection on a personal level. Total exposure is particularly important in the assessment of exposure and health risks posed by substances that are absorbed through the skin in significant quantities or that accumulate in the body through continuous and repeated exposure. The amount of analysis methods available for biomonitoring is quite limited. The best view of total exposure is obtained when both biological monitoring and industrial hygiene measurements take place at the same time. The book of statistics facilitates the comparability of chemical exposure in different workplaces and jobs, and reduces workers' further exposure to chemicals that are hazardous to health.

In 2011, the majority of biomonitoring analyses were carried out at the Helsinki regional office of the Finnish Institute of Occupational Health (FIOH). The Turku regional office studied exposure to isocyanates and the Kuopio regional office focused on the exposure assessment of mould and dust mites. FIOH's Client services is an accredited testing laboratory (T013), recognized by the Finnish Accreditation Services. A list of accredited analyses and fields of testing can be found on the website of the Centre for Metrology and Accreditation; www.mikes.fi.

In 2011, over 21 000 samples were analysed, of which about 17 500 were service analyses. Quantitatively, the most significant biomonitoring analyses were those of urinary chromium and nickel, blood lead, urinary inorganic arsenic and aluminum, and of urinary mandelic and phenyl-glyoxylic acids used for the assessment of styrene exposure.

Exposure to harmful chemicals is still common in Finland. Chromium and nickel measurements in urine most commonly exceeded the target level. About 15% of all measurements for carbon monoxide and pyrene exposure exceeded the biomonitoring action limit. As regards styrene exposure, over 21% of measurements exceeded the target value. All of the following also exceeded the biomonitoring action limit: urinary aluminum in aluminum welding, inorganic arsenic in urine in mining and the metal production industry, urinary cadmium in grinding and hard soldering, urinary cobalt in grinding and manufacturing cobalt chemicals, urinary manganese in the cleaning of steel components, blood lead in different metal works especially in turning and casting, methylhippuric acid in urine through xylene exposure in surface treatment and spray painting, and carbon disulfide exposure in the viscose industry.

These results prove that the need for biomonitoring remains indisputable. Biomonitoring is often the only way to reliably estimate the chemical exposure for chemicals that are absorbed through the skin.

Tables 1 and 2 of this annual report contain information on the number of biomonitoring analyses carried out for service, research and quality control. Table 3 summarizes information regarding the different chemicals that exceeded biomonitoring action levels in 2011. The separate chapters on the quantitatively most important chemicals include the

distribution of measured concentrations, the most heavily exposed jobs, the main statistical values, and the follow-up of exposure in the last ten years. The statistical figures of the more rare analyses are presented in Table 4. The upper reference limits and biomonitoring action levels of these are illustrated in Table 5. Tables 6 and 7 show the changes in the upper reference limits for non-exposure, and the biomonitoring action levels in 2011 and 2012. The final table contains a list of the persons responsible for the analyses.

Helsinki 11.1.2013

Mirja Kiilunen

SISÄLTÖ

Esipuhe

Abstract

Vuoden 2011 yhteenvetotaulukot ja kuvaajat..... 4

Taulukko 1. Biomonitorointianalyysit v. 2002 – 2011. 4

Kuva 1. Biomonitorointianalyysit vuonna 2011. 5

Taulukko 2. Biomonitorointianalyysit vuonna 2011 Työterveyslaitoksessa. 5

Kuva 2. Yleisimpien biomonitorointianalyysien lukumäärät..... 11

Taulukko 3. Toimenpiderajojen ja tavoitetasojen ylitykset 12

Analyysikohtaiset yhteenvedot 15

Alumiini 15

Virtsan alumiini, U-Al 15

Arseeni 17

Virtsan epäorgaaninen arseeni, U-As-i 17

Bentseeni..... 19

Veren *trans,trans*-mukonihappo, U-Mukon 19

Elohopea..... 21

Veren epäorgaaninen elohopea, B-Hg-i..... 21

Virtsan elohopea, U-Hg 23

Fenoli 25

Virtsan fenoli, U-Fenol..... 25

Hiilimonoksidi (häkä), dikloorimetaani, metyleenikloridi 27

Hemoglobiinin häkähemoglobiini, B-Hb-CO 27

Kadmium 29

Veren kadmium, B-Cd 29

Virtsan kadmium, U-Cd..... 31

Veren kadmium, B-Cd, ja virtsan kadmium, U-Cd 33

Koboltti 35

Virtsan koboltti, U-Co.....	35
Kromi	37
Virtsan kromi, U-Cr	37
Ksyleeni	39
Virtsan metyylihippuurihappo, U-MetHipp	39
Lyijy	41
Veren lyijy, B-Pb	41
Virtsan lyijy, U-Pb.....	43
Mangaani	45
Virtsan mangaani, U-Mn	45
Metanoli.....	47
Virtsan muurahaishappo, U-Formia	47
Naftaleeni ja naftaleenia sisältävät PAH-seokset	49
Virtsan 1-naftoli, U-Naftol.....	49
Nikkeli	51
Virtsan nikkeli, U-Ni.....	51
Polyklooratut bifenyylit	53
Paastoseerumin polyklooratut bifenyylit, fS-PCB	53
Pyreeni ja pyreeniä sisältävät PAH-seokset	55
Virtsan 1-pyrenoli, U-Pyr	55
Rikkihiili	57
Virtsan 2-tiotiatsolidiini-4-karboksyylihappo, U-TTCA.....	57
Seleeni	59
Virtsan seleeni, U-Se	59
Styreeni	61
Virtsan manteli- ja fenyyliglyoksyylihappo, U-MaPGa.....	61
Tolueeni.....	63
Veren tolueeni, B-Tolu	63
Altistuminen pintakäsittelyssä ja ruostumattoman teräksen hitsauksessa	65
Virtsan kromi ja nikkeli, U-METSUP, U-PINTSU, U-RSTSUP	65
Taulukko 4. Palveluanalytiikan biomonitorointianalyysit (n<50 kpl) vuonna 2011	67

Taulukko 5. Viite- ja toimenpiderajat analyyseille (n<50 kpl) vuonna 2011.....	69
Taulukko 6. Biomonitoroinnin muuttuneet viitearvot vuonna 2011.....	71
Taulukko 7. Biomonitoroinnin muuttuneet viitearvot vuonna 2012.....	72
Taulukko 8. Biomonitorointianalyysien analyysivastaavat ja analyysit vuonna 2011.....	73
Kiitokset	74

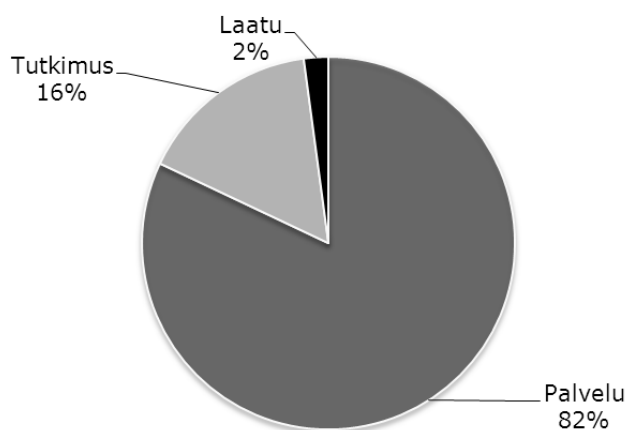
VUODEN 2011 YHTEENVETOTAULUKOT JA KUVAAJAT

Seuraavassa on koottu taulukkoihin vuosina 2003 – 2011 tehtyjen analyysien kokonaismäärä tyypeittäin, vuoden 2011 tilanne kuvana, vuoden 2011 tilanne analyysikohtaisesti sisältäen kaikki tehdyt palveluanalyysit, yleisimmät biomonitorointimittaukset ja toimenpiderajojen ja/tai tavoitetasojen ylitykset.

Taulukko 1. Biomonitorointianalyysit v. 2002 – 2011.

Vuosi	Palvelu kpl	Tutkimus kpl	Laatu kpl	Yhteensä kpl
2002	17404	3435	8811	29650
2003	16172	2372	7422	25966
2004	14866	6154	6281	27301
2005*	12322	2773	905	16000
2006	12142	1171	539	13852
2007	13019	693	1236	14952
2008	13197	192	906	14210
2009	10569	492	1153	12164
2010	13498	100	879	14294
2011	17489	3377	453	21262

*vuodesta 2005 alkaen laatuanalyysilukumäärissä huomioidaan vain ulkoiset laadunvarmistusanalyysit



Kuva 1. Biomonitorointianalyysit vuonna 2011.

Taulukko 2. Biomonitorointianalyysit vuonna 2011 Työterveyslaitoksessa.

Analyysi	Palvelu	Tutkimus	Laaduntarkkailu	Yhteensä
Nivelneste ja selkäydinneste				
koboltti (nivelneste)	229			229
kromi (nivelneste)	81			81
kromi (selkäydinneste)	1			1
kupari (selkäydinneste)	1			1
mangaani (selkäydinneste)	1			1
lyijy (selkäydinneste)	1			1
sinkki (selkäydinneste)	1			1
Plasma				
kupari	49			
sinkki	2			

Analyyssi	Palvelu	Tutkimus	Laaduntarkkailu	Yhteensä
Seerumi				
alumiini	96		5	101
antimoni			1	1
arseeni			1	1
barium			1	1
beryllium			1	1
elohopea			1	1
homeopölyvasta-aineet	2437			2437
hopea			1	1
kadmium			1	1
kromi			5	5
koboltti			5	5
kupari			5	5
lyijy			1	1
mangaani			5	5
molybdeeni			1	1
nikkeli			5	5
platina			5	5
polyklooratut bifenyylit	138	100	12	250
punkkivasta-aineet	170			170
seleeni	1		5	6
sinkki	1		5	6
tallium			1	1
telluuri			1	1
torium			1	1
tina			1	1

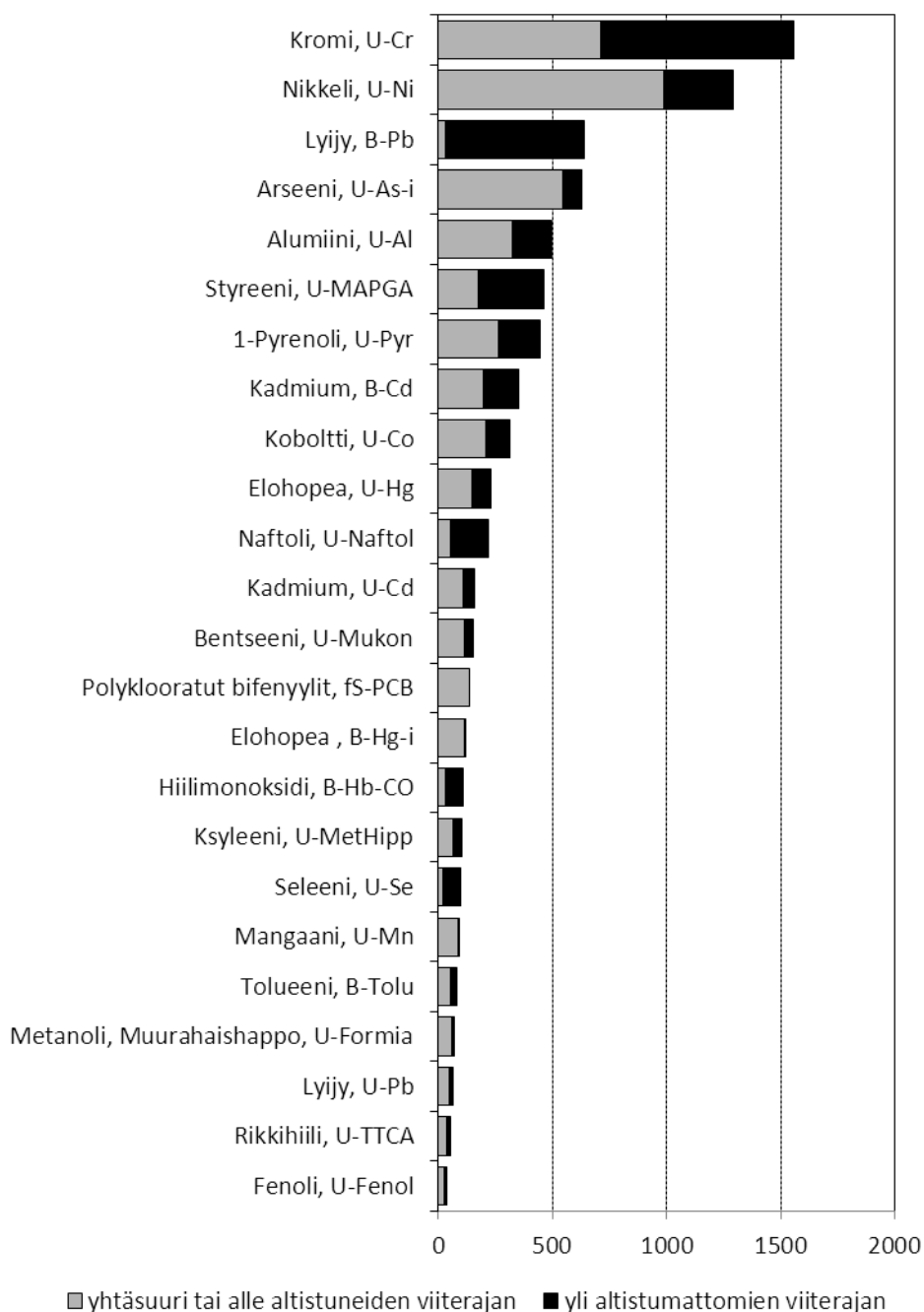
Analyyysi	Palvelu	Tutkimus	Laaduntarkkailu	Yhteensä
Seerumi				
tiosyanaatti	22	95	3	120
uraani			1	1
vanadiini			1	1
vismutti			1	1
Veri				
elohopea	125		8	133
hemoglobiinin häkähemoglobiini	107			107
kadmium	362	136	44	542
koboltti	1797	142	3	1942
kromi	1712	142	3	1857
koliiniesteraasit	73		15	88
lyijy	692	135	44	871
mangaani	1252	135	7	1398
molybdeeni	215	135	3	353
tetrakloorieteeni	36		2	38
titaani	153	135		288
tolueeni	79		2	81
Virtsa				
alumiini	594		7	601
arseeni, epäorgaaninen	729	1	19	749
arseeni +3			8	8
arseeni +5			8	8
arseeni MMA			8	8
arseeni DMA			8	8
antimoni	45		7	52

Analyyysi	Palvelu	Tutkimus	Laaduntarkkailu	Yhteensä
Virtsa				
barium	1		3	4
beryllium	5		7	12
elohopea	240		11	251
fenoli	34		4	38
fenoksibentsoehappo	28			28
fluoridi	7		4	11
heksaanidioni	10			10
hopea			3	3
hydroksi-N-metyyli-2-pyrrolidoni	4			4
isosyanaattimetaboliitit	24			24
kadmium	149	149	11	309
koboltti	417	153	7	577
kromi	1690	153	11	1854
kupari	40	152	7	199
lyijy	133	152	7	292
mangaani	92	152	3	247
manteli- ja fenyyli glykoksyylihappo	460		6	466
mantelihappo	21		2	23
2-(2-metoksietoksi)etikkahappo	5			5
metyleenidianiliini	7			7
metyylietyyliketoni	9			9
metyylihippuurihappo	103		4	107
molybdeeni	85	152	3	230
mukonihappo	174		4	178
muurahaishappo	69			69

Analyyysi	Palvelu	Tutkimus	Laaduntarkkailu	Yhteensä
Virtsa				
1-naftoli	221		2	223
2-naftoli		150	2	152
nikkeli	1350	152	11	1513
palladium	6			6
platina	8		4	12
1-pyrenoli	444		4	448
rhodium	5			5
seleeni	156	152	7	315
sinkki	14	152	7	173
tallium	1		7	8
telluuri	1		3	4
tert. butyylialkoholi	7			7
torium	1		3	4
tina			3	3
titaani	79	100		179
tiosyanaatti	19	148	3	170
2-tiotiatsolidiini-4-karboksylihapo	53		4	57
trietyyliamiini	19			19
trikloorietikkahappo	11		4	15
typpioksiduuli	2			2
uraani	17	152	3	172
vanadiini	7	152	7	166
vismutti	1		3	4
volframi	1		7	8
kupari	33			33

Analyysi	Palvelu	Tutkimus	Laaduntarkkailu	Yhteensä
Vuorokausivirtsa				
oksaalihappo	2			2
MUUT				
vesi-Al	22			22
YHTEENSÄ	17489	3377	453	21262

Lisäksi tehtiin 390 virtsan kreatiniinimäärittystä ja 6612 virtsan suhteellisen tiheyden mittausta analyysitulosten standardisointia varten.



Kuva 2. Yleisimpien biomonitorointianalyysien lukumäärät ja altistumattomien viiterajojen ylitykset vuonna 2011.

Taulukko 3. Toimenpiderajojen ja tavoitetasojen ylitykset ja niihin liittyvät työtehtävät v. 2011.

Altiste / Analyytti	Palvelu- näytteet kpl	Toimen- pideraja, tavoite- taso	Ylitykset henk. lkm	Työtehtävä, ammatti
alumiini U-Al	493	6,0 µmol/l	5	asennus- ja levysepän työssä
arseeni U-As-i	628	70 nmol/l	26	asennus-, huolto-, laboratorio-, pro- sessi-, siivous-, sulatus- ja korjaus- työ metallien (Cu, Ni) tuotannossa ja riikkihapon valmistuksessa. Kuuden henkilön työtehtävä oli tuntematon.
elohopea U-Hg	232	140 nmol/l	4	kaksi henkilöä kloorin valmistukses- sa ja korjaustyössä
hiilimo- noksidi B-Hb-CO	107	0,050 (=5,0 %)	16	autoasennuksessa, kokoonpanossa, yhdellä kaavaajalla ja valajalla, vali- motyössä, maalauksessa
kadmium U-Cd	159	40 nmol/l	8	terähionnassa, kovajuotos työssä, aiemmassa pitkäaikaisessa altistumi- sessa kadmiumille. Neljän henkilön työtehtävä ei ollut tiedossa.
koboltti U-Co	315	600 nmol/l	25	hiontatyössä, koboltin puhdistukses- sa ja kobolttituotteiden valmistuk- sessa
kromi U-Cr	1599	0,01 µmol/l Tavoitetaso	849	tavoitetaso ylittyi metalliteollisuuden eri tehtävissä: erilaisilla asentajilla, hiojilla, hitsaajilla, huolto-, korjaus- ja kunnossapitomiehillä, kaasu-, plasma- ja polttoleikkaajilla, kiillotta- jilla, koneistajilla, kromaajilla, labo- ranteilla, laitosmiehillä, levysepillä ja levyseppähitsaajilla, maalareilla ja ruiskumaalareilla, erilaisissa metalli- miehen työssä, metalliruiskuttajilla, nosturinkuljettajilla, pakkaajilla, peittaajilla, peltisepillä, pinnoittajilla, pintakäsittelijöillä ja ripustajilla, polt- toainejakelussa työskentelevillä,

Altiste / Analyytti	Palvelu- näytteet kpl	Toimen- pideraja, tavoite- taso	Yliitykset henk. lkm	Työtehtävä, ammatti
kromi U-Cr jatkuu	1599	0,01 µmol/l Tavoitetaso	849	porareilla, putkiasentajilla ja –sepillä, rautarakennemiehillä, siivoojilla, sorvaajilla, sulattajilla, toiminnan- ja työnjohtajilla, toimistotyöntekijöillä, tuotantopäälliköillä, valimotyöntekijöillä ja valunpuhdistajilla, varastomiehillä
ksyleeni U-MetHipp	103	5 mmol/l	3	pintakäsittelyssä, ruiskumaalauksessa
lyijy B-Pb	637	1,4 µmol/l	26	asennus-, hitsaus-, koneistus-, sinkitys-, sorvaus- ja valimotyössä; yhden henkilön työtehtävä oli tuntematon.
mangaani U-Mn	90	50 nmol/l	1	puhdistustyössä konepajalla
nikkeli U-Ni	1294	0,05 µmol/l	309	tavoitetaso ylittyi metalliteollisuuden eri tehtävissä: asentajilla, hilestäjillä, hiojilla, hitsaajilla, huolto- ja laitoshiojilla, kaasus-, plasma- ja polttoleikkaajilla, koneenkorjaajilla ja -käyttäjillä, kuljettajilla, kunnossapidossa työskentelevillä, laboranteilla, lajittelijoilla ja pakkaajilla, levyseppä-hitsaajilla, lämpökäsittelijöillä, maalareilla, mekaanikoilla, metalliruiskuttajilla, metallityöntekijöillä, nikkelityöntekijöillä, pinnoittajilla, pintakäsittelijöillä, siivoojilla, sulattotyöntekijöillä, sähköasentajilla, työnjohtajilla, valajilla ja valimotyöntekijöillä, vesilaitos työntekijöillä
riikkihiili U-TTCA	53	2,0 mmol/mol kreatiniinia	1	koneenhoito työssä
styreeni U-MaPGa	460	1,2 mmol/l	68	kokoonpanossa, laminoinnissa, valutyössä

Altiste / Analyytti	Palvelu- näytteet kpl	Toimen- pideraja, tavoite- taso	Ylitykset henk. lkm	Työtehtävä, ammatti
pyreeni U-Pyr	444	12 nmol/l	63	kreosoottialtistuminen: verkosto- asennustyössä, rata- ja vaihdetyös- sä, kyllästämötyössä

ANALYYSIKOHTAISET YHTEENVEDOT

Alumiini

Mirja Kiilunen

Virtsan alumiini, U-Al

Altistumattomien viiteraja	0,6 µmol/l
Toimenpideraja	6,0 µmol/l

Altistumattomien viiterajan ylityksiä mitattiin 168 kpl.

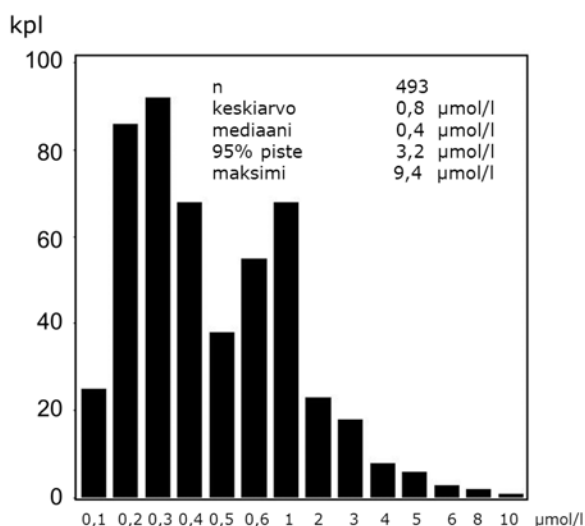
Altistumattomien viiteraja ylittyi mm. asennus-, sähköasennus-, hitsaus-, hionta-, kanttaustyössä, hiekkapuhalluksessa, huoltotyössä, levysepän työssä, levyseppähitsaajilla, osan valmistuksessa, alumiinin sulatuksessa (valimotyö), veneen rakennuksessa sekä erilaisissa työnjohto ja viimeistelytyössä.

Toimenpideraja ylittyi viidellä henkilöllä asennus- ja levysepän työssä. Yhden henkilön työtehtävä oli tuntematon, mutta hän työskenteli konepajateollisuudessa.

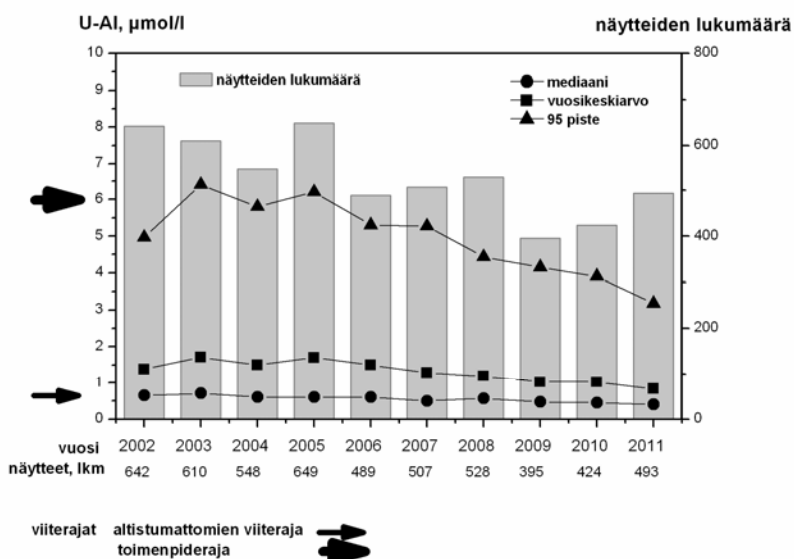
	kpl
Palvelunäytteiden lukumäärä	493
Henkilöiden lukumäärä	474
naiset	25
miehet	449
Työpaikkojen lukumäärä	109
Työpaikkatieto puuttuu	84

Alumiinille on arvioitu altistuvan Suomessa yli 5000 työntekijää, pääasiassa hitsaus-, levysepän-, hionta- ja valimotyössä. Voimakkaimmin altistuneita olivat alumiinihitsaajat ja levysepät, jotka tekevät myös asennustöitä. Myös vuonna 2011 mitatut toimenpiderajan ylittävät alumiinipitoisuudet 6,6 – 9,5 µmol/l olivat asentajilla ja levyseppähitsaajilla.

Viimeisen vuosikymmenen aikana alumiinille altistuvien työntekijöiden määrässä ei ole tapahtunut merkittäviä muutoksia. Korkeiden altistumispitoisuuksien määrä näyttäisi olevan laskussa, sillä 95 % pitoisuusraja on viimeisen seitsemän vuoden aikana laskenut tasaisesti 6,4 µmol/l vuonna 2003 3,2 µmol/l vuonna 2011.



U-Al, pitoisuusjakauma v. 2011.



Virtsan alumiini vuosina 2002 – 2011.

Arseeni

Mirja Kiilunen

Virtsan epäorgaaninen arseeni, U-As-i

Altistumattomien viiteraja 30 nmol/l

Toimenpideraja 70 nmol/l

Raskauden aikana ei saa altistua arseenille.

Altistumattomien viiterajan ylityksiä mitattiin 84 kpl.

Altistumattomien viiteraja ylittyi mm. kuparin ja nikkelin sekä muiden metallien tuotannossa ja valussa, asennus- ja eristystyössä, koneiden korjauksessa, teollisuuskattiloiden muurauksessa ja korjauksessa, rikkihapon valmistuksessa, laboratorio- pesula- ja siivoustyössä, konsultaatio- ja tutkimustyössä metallien tuotannossa.

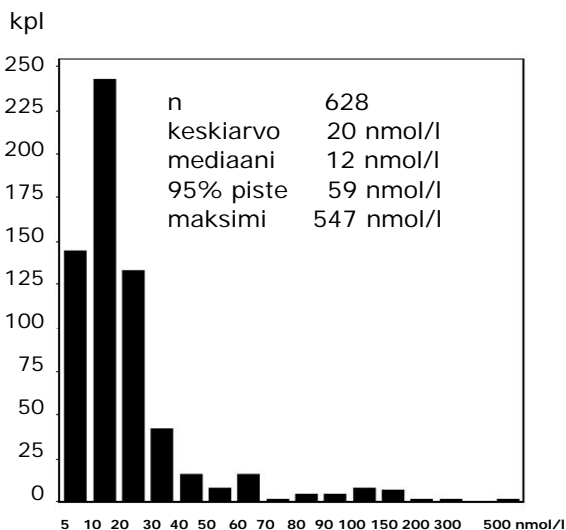
Toimenpideraja ylittyi 26 näytteessä: asennus-, huolto-, laboratorio-, prosessi-, sulatus-, siivous- ja korjaustyö metallien (Cu, Ni) tuotannossa, rikkihapon valmistuksessa sekä tutkimukseen liittyvissä työssä. Kuuden henkilön työtehtävistä ei ollut tietoa.

	kpl
Palvelunäytteiden lukumäärä	628
Henkilöiden lukumäärä	560
naiset	514
miehet	46
Työpaikkojen lukumäärä	64
Työpaikkatieto puuttuu	38

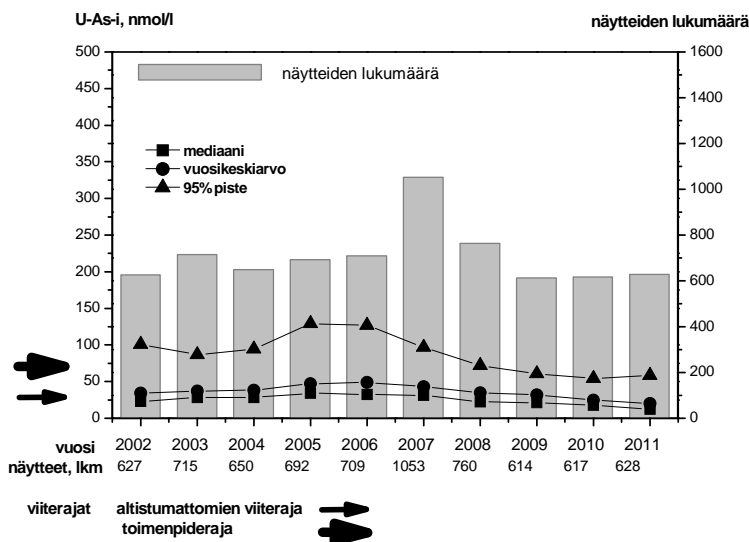
Arseenille altistuu Suomessa noin 1600 työntekijää. Välillisesti altistuvien määrä on suurempi. Myös uudet kaivoshankkeet lisäävät altistuvien määrää. Työn ulkopuolella altistumista epäorgaaniselle arseenille voi tapahtua arseenipitoisesta kaivo- ja porakaivovedestä, mutta ei ilmeisesti merkittävästi muusta ravinnosta.

Arseenialtistumisen taso on ollut vakaata viime vuosina. Suurin osa toimenpiderajan ylityksistä todettiin henkilöillä, jotka työskentelivät korjaus- ja huoltotyössä. Eitavanomaisessa altistumistilanteessa suojautumisen laiminlyöntejä tapahtuu helpommin. Tämä näkyy korkeina virtsan epäorgaanisen arseenin pitoisuuksina.

Virtsan epäorgaanisen arseenipitoisuuden viiteraja-arvo (toimenpideraja) työvuoron päätyttyä työviikon tai altistumisjakson lopussa on sosiaali- ja terveysministeriön asettama (STM asetus 1213/2011).



U-As-i, pitoisuusjakauma v. 2011.



Virtsan arseeni vuosina 2002 – 2011.

Bentseeni

Jouni Mikkola

Veren *trans,trans*-mukonihappo, U-Mukon

Altistumattomien viiteraja 2 µmol/l

Toimenpideraja 14 µmol/l

Raskauden aikana ei saa altistua bentseenille.

Altistumattomien viiterajan ylityksiä mitattiin 39 kpl.

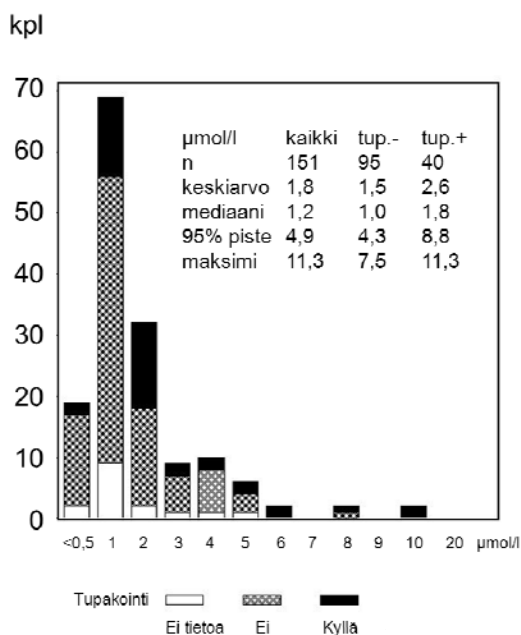
Altistumattomien viiteraja ylittyi mm. asentajilla ja sähköasentajilla, kaivin- ym. koneiden kuljettajilla, kaasumiehillä, laitosmiehillä, yleismiehillä, laboratoriohoitajilla, operaattoreilla, polttoainemittareita huollettaessa ja säiliötyössä.

Toimenpiderajan ylityksiä ei todettu.

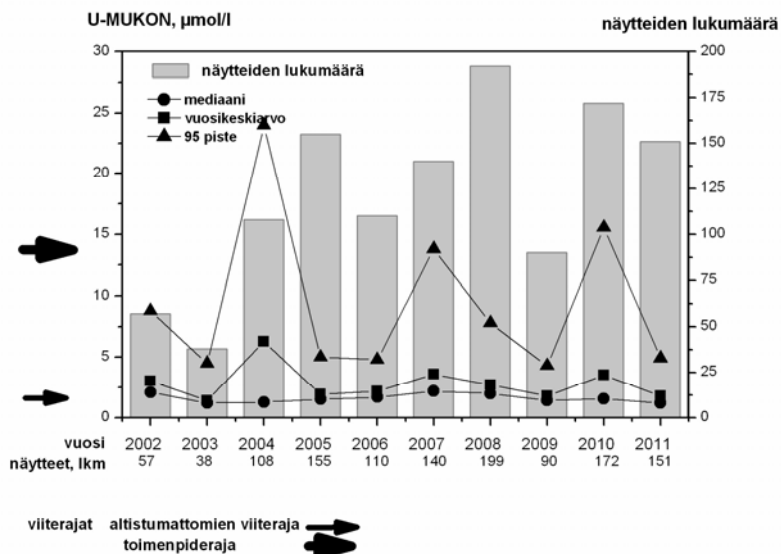
	kpl
Palvelunäytteiden lukumäärä	151
Henkilöiden lukumäärä	148
naiset	14
miehet	134
Tupakointi	
tupakoivat	40
ei tupakoivat	95
ei tietoa tupakoinnista	16
Työpaikkojen lukumäärä	25
Työpaikkatieto puuttuu	25

Moottoripolttoaineiden jakeluketjussa bensiinihöyryille altistuu noin 2000 – 3000 työntekijää. Huoltokorjaamoissa työskentelee noin 8000 henkilöä, joista osa voi altistua bentseenille. Moottoribensiinille altistuttaessa suurin terveysriski on bentseeni. Moottoribensiini saa sisältää enintään yhden prosentin bentseeniä valtioneuvoston päätöksen 1271/2000 mukaan.

Bentseenille voi altistua myös ongelmajätteiden käsittelyssä, polttoainesäiliöiden huolto- ja puhdistustyössä, saastuneen maan puhdistuksessa ja terästeollisuudessa. Kivihiiliterva sisältää bentseeniä ja muita aromaattisia hiilivetyjä. Syöpäsairauden vaaraa aiheuttaville aineille ja menetelmille ammatissaan altistuneiden (ASA) rekisteriin ilmoitetaan vuosittain noin 1600 bentseenille altistunutta.



U-Mukon, pitoisuusmittausjakauma v. 2011.



Virtsan mukonihappo vuosina 2002 – 2011.

Elohopea

Mirja Kiilunen

Veren epäorgaaninen elohopea, B-Hg-i

Altistumattomien viiteraja	10 nmol/l
Toimenpideraja	50 nmol/l
Toimenpideraja raskauden aikana	10 nmol/l

Altistumattomien viiterajan 10 nmol/l ylityksiä oli kolmella työntekijällä elohopealaitteiden korjauksessa, jätteiden lajittelussa ja valutyössä. Toimenpiderajan 50 nmol/l ylityksiä ei todettu.

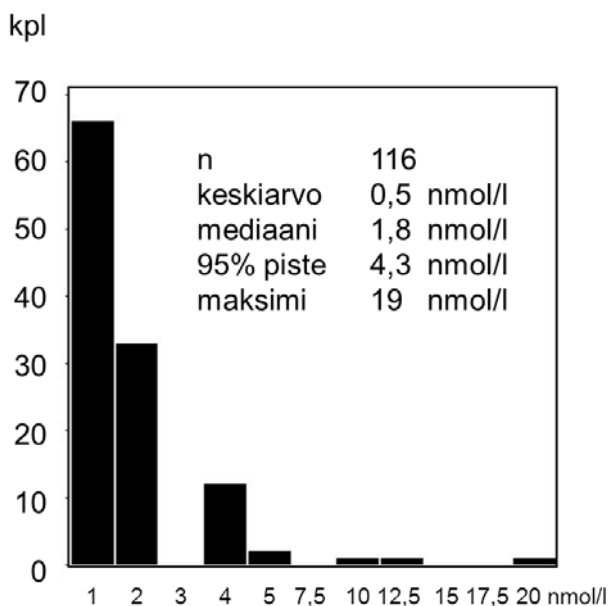
	kpl
Palvelunäytteiden lukumäärä	116
Henkilöiden lukumäärä	112
naiset	11
miehet	101
Työpaikkojen lukumäärä	23
Työpaikkatieto puuttuu	21

Työperäistä elohopea-altistumista mitataan veren epäorgaanisena elohopeana. Orgaaninen, mm. ravinnosta peräisin oleva elohopea määritetään erikseen.

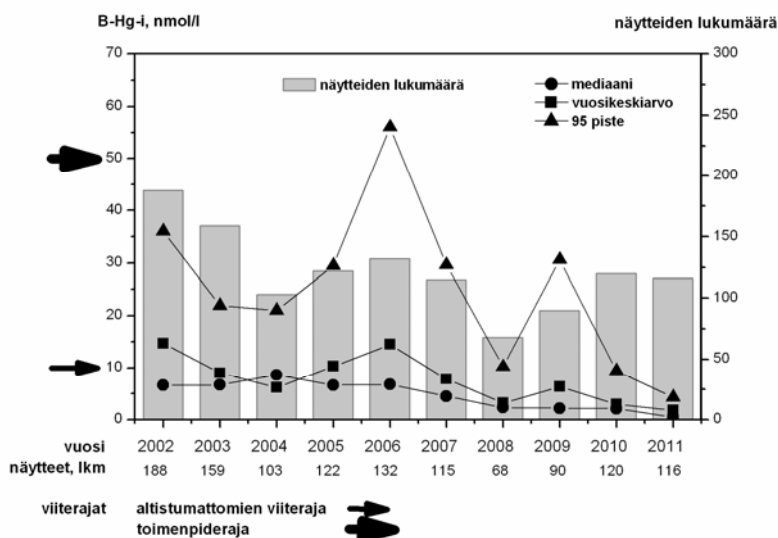
Elohopealle voi altistua jatkuvasti Suomessa noin 200 työntekijää, lähinnä kloorialkaliteollisuudessa. Elohopeaa sisältävien lamppujen ja laitteiden romutuksessa ja elohopean talteenotossa altistuminen voi olla enemmän ajoittaista. Myös teollisuuslaitosten purkutyössä sekä mittarien valmistuksessa ja huollossa voi altistua elohopealle. Muissa töissä altistuminen on vähäistä, mutta laitteiden rikkoutuminen ja vahinkotapaukset voivat aiheuttaa satunnaisesti altistumista.

Viimeisen kymmenen vuoden aikana elohopealle altistuneiden työntekijöiden määrä on vähentynyt selvästi erityisesti kloorialkaliteollisuudessa. Myös altistumistaso on laskenut lukuun ottamatta yksittäisiä korkeita altistumisia. Energiansäästölampputyökalien kierrätys lisää altistuvien määriä lamppujen kokoamisessa ja hävittämisessä.

Veren epäorgaanisen elohopeapitoisuuden viiteraja-arvo (toimenpideraja) työviikon lopulla on sosiaali- ja terveysministeriön asettama (STM asetus 1213/2011).



B-Hg-i, pitoisuusmittausjakauma v. 2011.



Veren epäorgaaninen elohopea vuosina 2002 – 2011.

Virtsan elohopea, U-Hg

Altistumattomien viiteraja	20 nmol/l
Toimenpideraja	140 nmol/l
Toimenpideraja raskauden aikana	20 nmol/l

Altistumattomien viiterajan 20 nmol/l ylityksiä mitattiin 83 kpl.

Altistumattomien viiteraja ylittyi asennus-, huolto- ja erilaisissa prosessityössä lähinnä kloorialkaliteollisuudessa, elektroniikan purkutyössä ja kaivosteollisuuden valutyössä.

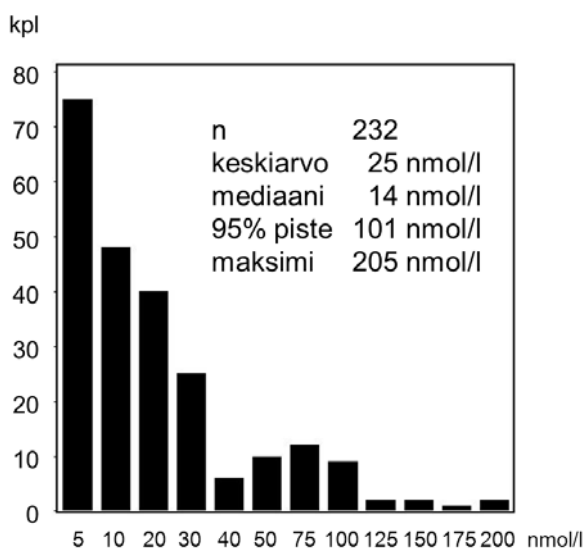
Toimenpiderajan 140 nmol/l ylityksiä oli kahdella henkilöllä, jotka tekivät korjaustöitä kloorialkaliteollisuudessa. Toisella henkilöistä ylityksiä oli kolme kappaletta.

	kpl
Palvelunäytteiden lukumäärä	232
Henkilöiden lukumäärä	159
naiset	33
miehet	126
Työpaikkojen lukumäärä	19
Työpaikkatieto puuttuu	3

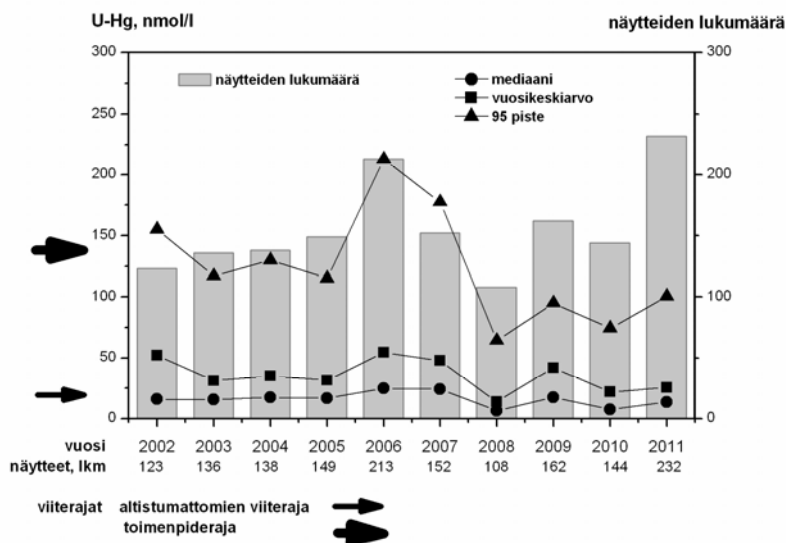
Elohopealle voi altistua jatkuvasti Suomessa noin 200 työntekijää, lähinnä kloorialkaliteollisuudessa. Elohopeaa sisältävien lamppujen ja laitteiden romutuksessa ja elohopean talteenotossa altistuminen voi olla enemmän ajoittaista. Myös teollisuuslaitosten purkutyössä sekä mittarien valmistuksessa ja huollossa voi altistua elohopealle. Muissa töissä altistuminen on vähäistä, mutta laitteiden rikkoutuminen ja vahinkotapaukset voivat aiheuttaa satunnaisesti altistumista.

Virtsan elohopeamittauksissa pitoisuustasot ovat keskimäärin muuttuneet samansuuntaisesti kuin veren elohopeamittausten pitoisuustasot. Viimeisen neljän vuoden aikana 95 % pitoisuuksista on pysynyt toimenpiderajan alapuolella.

Virtsan elohopeapitoisuuden viiteraja-arvo (toimenpideraja) työpäivän jälkeisenä aamuna on sosiaali- ja terveysministeriön asettama (STM asetus 1213/2011).



U-Hg, pitoisuusmittausjakauma v. 2011.



Virtsan elohopea vuosina 2002 – 2011.

Fenoli

Jouni Mikkola

Virtsan fenoli, U-Fenol

Altistumattomien viiteraja	0,15 mmol/l
Toimenpideraja	1,3 mmol/l
Toimenpideraja raskauden aikana	0,15 mmol/l

Altistumattomien viiterajan ylityksiä mitattiin 9 kpl.

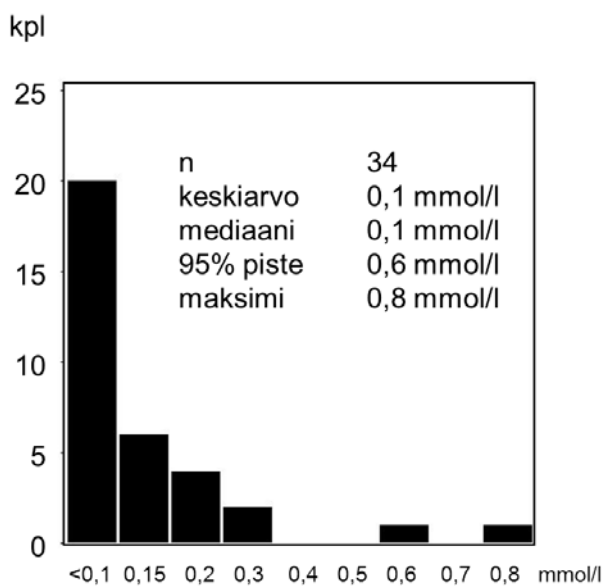
Altistumattomien viiteraja ylittyi mm. eristystyössä, impregnoinnissa, koneenkuljetuksessa ja latojan työssä.

Toimenpiderajan ylityksiä ei todettu.

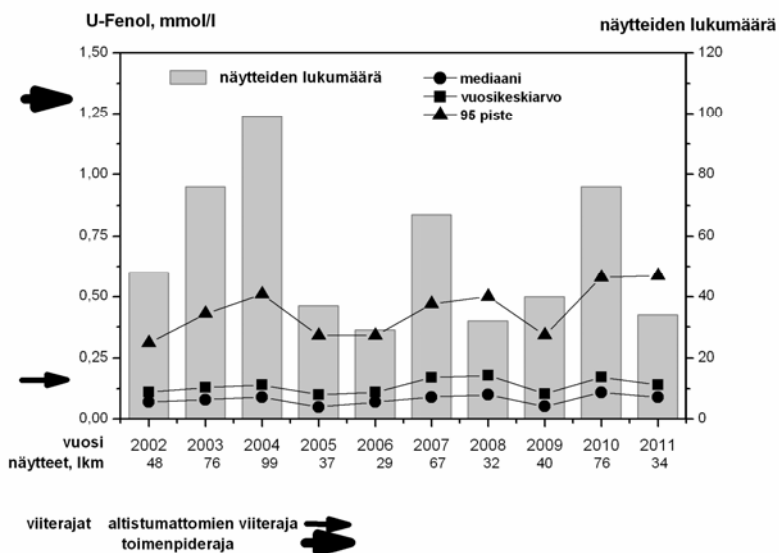
	kpl
Palvelunäytteiden lukumäärä	34
Henkilöiden lukumäärä	32
naiset	9
miehet	23
Työpaikkojen lukumäärä	10
Työpaikkatieto puuttuu	1

Korkeimmat fenolipitoisuudet mitataan yleensä ihoaltistumisessa. Keskimääräinen altistuminen on pysynyt altistumattomien viiterajan tuntumassa viime vuosina. Etenkin fenoli-roiskeille altistuttaessa on kuitenkin todettu yksittäisiä korkeita pitoisuuksia.

Virtsan fenolipitoisuuden viiteraja-arvo (toimenpideraja) työvuoron päätyttyä on sosiaali- ja terveysministeriön asettama (STM asetus 1213/2011).



U-Fenol, pitoisuusjakauma v. 2011.



Virtsan fenoli vuosina 2002 – 2011.

Hiilimonoksidi (häkä), dikloorimetaani, metyleenikloridi

Jouni Mikkola

Hemoglobiinin häkähemoglobiini, B-Hb-CO

Altistumattomien viiteraja	0,015 (=1,5 %)
Toimenpideraja	0,050 (=5,0 %)
Toimenpideraja raskauden aikana	0,020 häkäaltistumisessa ja 0,015 dikloorimetaanialtistumisessa

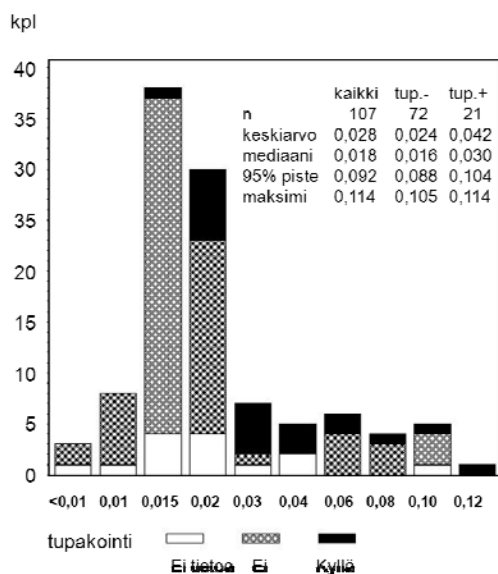
Altistumattomien viiterajan ylityksiä mitattiin 77 kpl.

Altistumattomien viiteraja ylittyi mm. autokatsastuksessa, koneistuksessa, kunnossapitotyössä, lujitemuovityössä ja valimotyössä.

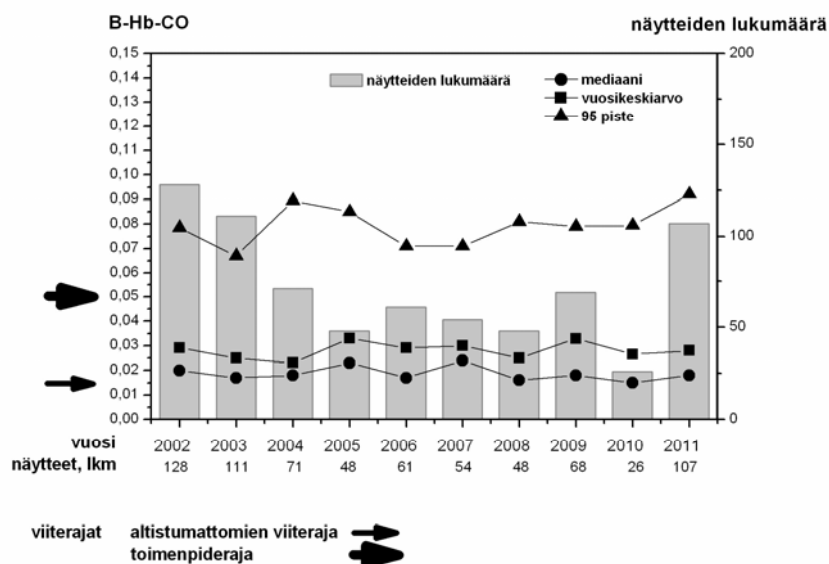
Toimenpideraja ylittyi 16 henkilöllä autoasennuksessa, kokoonpanotyössä, maalauksessa ja valimoissa (kaavaaja, valaja).

	kpl
Palvelunäytteiden lukumäärä	107
Henkilöiden lukumäärä	91
naiset	11
miehet	80
Tupakointi	
tupakoivat	21
ei tupakoivat	72
ei tietoa tupakoinnista	14
Työpaikkojen lukumäärä	18
Työpaikkatieto puuttuu	10

Häkäaltistuminen on jatkunut merkittävänä vuodesta toiseen. Toimenpiderajan ylityksiä todetaan vuosittain. Toimenpiderajan ylittävien näytteiden osuus oli vuonna 2009 28 %, vuonna 2010 23 % ja vuonna 2011 15 %.



B-Hb-CO pitoisuusjakauma v. 2011.



Hemoglobiinin häkähemoglobiini vuosina 2002 – 2011.

Kadmium

Mirja Kiilunen

Veren kadmium, B-Cd

Altistumattomien viiteraja	5 nmol/l tupakoimattomat 18 nmol/l tupakoivat
Toimenpideraja	50 nmol/l
Raskauden aikana ei saa altistua kadmiumille.	

Altistumattomien viiterajan 5 nmol/l ylityksiä mitattiin 193 kpl, joista 23 kpl oli tupakoimattomilta ja 38 kpl tupakointitieto puuttui. Tupakoijien viiterajan 18 nmol/l ylityksiä oli 96 kpl ja näistä seitsemän oli tupakoimattomilta ja 73 tupakoivilta. Puuttuva tupakointitieto oli 16 näytteessä.

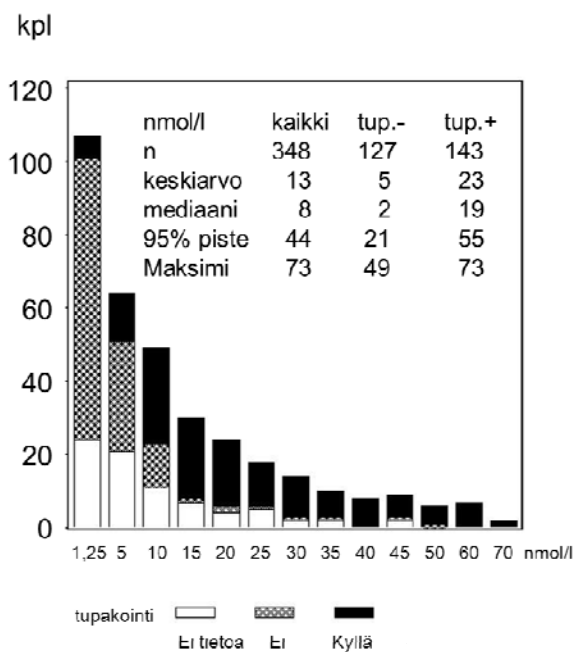
Altistumattomien viiteraja ylittyi mm. asennustyössä, autonkorjauksessa ja koneenkuljetuksessa, hitsauksessa, huoltotyössä, koneiden käytössä ja huollossa, koneistuksessa, kunnostustyössä, maanviljelyksessä, muurauksessa, mängin valmistuksessa, ongelmajätteiden käsittelyssä, sorvauksessa, valimotyössä (sulattajat, valajat) ja erilaisissa työnjohto ja toimistotehtävissä.

Toimenpideraja ylityksiä oli 12 kpl yhdeksällä eri henkilöllä, jotka työskentelivät kuormaajankuljettajina, muurareina, mänkimiehinä, ongelmajätteiden käsittelijöinä, prosessinhoitajina, puhdistajina valimossa ja työnjohtajina. Kaikki nämä henkilöt tupakoivat.

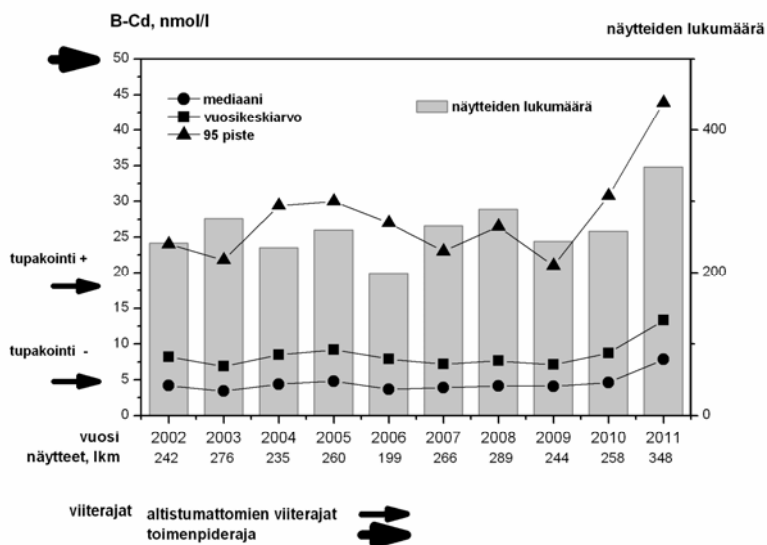
	kpl
Palvelunäytteiden lukumäärä	348
Henkilöiden lukumäärä	313
naiset	25
miehet	288
Tupakointi	
tupakoivat	143
ei tupakoivat	127
ei tietoa tupakoinnista	80
Työpaikkojen lukumäärä	33
Työpaikkatieto puuttuu	55

Kadmiumille altistuu Suomessa noin 1200 henkilöä.

Altistuneista tupakoijilla oli selkeästi korkeimmat pitoisuudet. Keskimääräinen altistumistaso on lähtenyt nousuun viime vuosina ja yksittäisten korkeiden altistumisten määrä on lisääntynyt.



B-Cd pitoisuusjakauma v. 2011.



Veren kadmium vuosina 2002 – 2011.

Virtsan kadmium, U-Cd

Altistumattomien viiteraja	5 nmol/l tupakoimattomat 10 nmol/l tupakoivat
Toimenpideraja	40 nmol/l
Raskauden aikana ei saa altistua kadmiumille.	

Altistumattomien viiterajan 5 nmol/l (tupakoimattomat) ylityksiä mitattiin 53 kpl, joista seitsemän oli tupakoimattomilta ja 29 tupakoivilta. Tupakoivien viiteraja 10 nmol/l ylittyi 40 näytteessä, joista oli seitsemän tupakoimattomilta ja yhdeksän tupakoivilta henkilöiltä. Yhteensä 24 henkilön tupakointitieto puuttui.

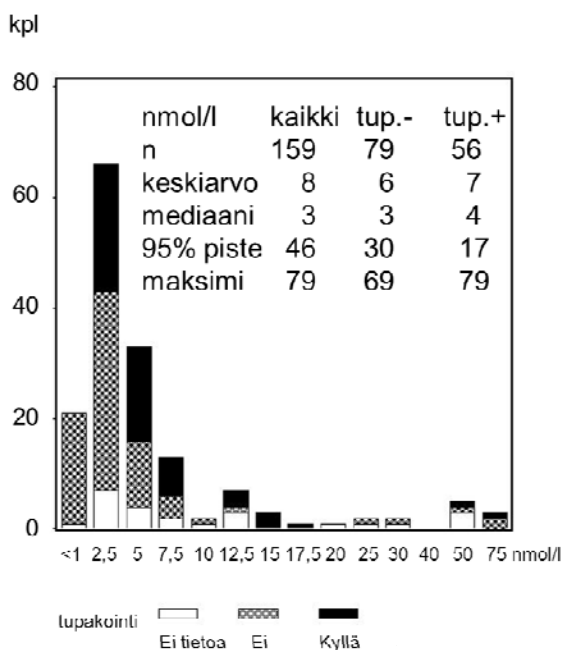
Altistumattomien viiteraja ylittyi mm. hionta-, hitsaus- ja juotostyössä, metallien valussa, mängin valmistuksessa ja toimistotyössä.

Toimenpideraja ylittyi kahdeksalla henkilöllä, joista kolme teki hiontatyötä ja yksi oli eläkkeellä ko. tehtävästä. Neljän henkilön työtehtävät puuttuivat.

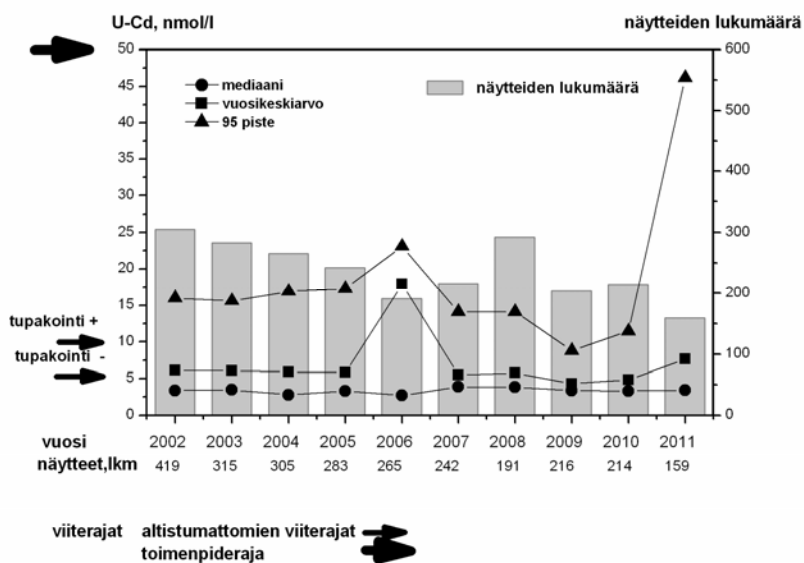
	kpl
Palvelunäytteiden lukumäärä	159
Henkilöiden lukumäärä	157
naiset	15
miehet	142
Tupakointi	
tupakoivat	56
ei tupakoivat	79
ei tietoa tupakoinnista	24
Työpaikkojen lukumäärä	30
Työpaikkatieto puuttuu	5

Kadmiumille altistuu Suomessa noin 1300 henkilöä.

Tupakoivilla työntekijöillä oli keskimäärin korkeimmat virtsan kadmiumpitoisuudet. Keskimääräinen altistumistaso on pysynyt vakaana, vaikka yksittäiset korkeat altistumiset ovat lisääntyneet.



U-Cd pitoisuusjakauma v. 2011.



Virtsan kadmium vuosina 2002 – 2011.

Veren kadmium, B-Cd, ja virtsan kadmium, U-Cd

B-Cd

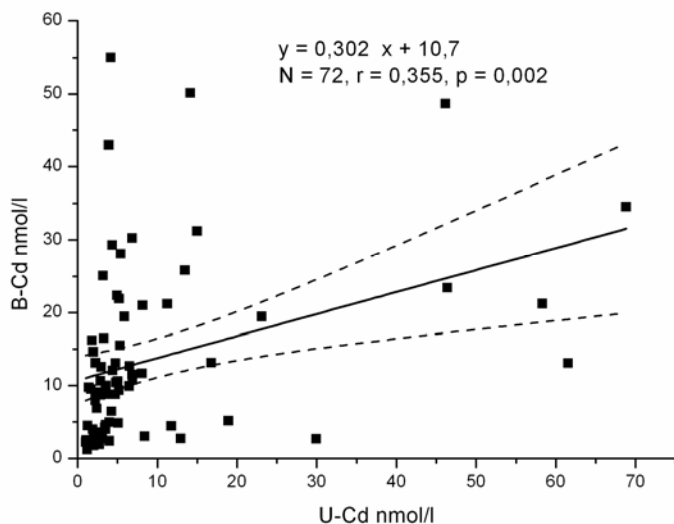
Altistumattomien viiteraja	5 nmol/l tupakoimattomat 18 nmol/l tupakoivat
Toimenpideraja	50 nmol/l
Raskauden aikana ei saa altistua kadmiumille.	

U-Cd

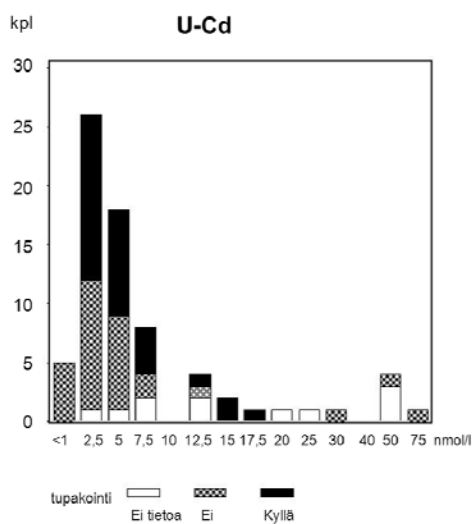
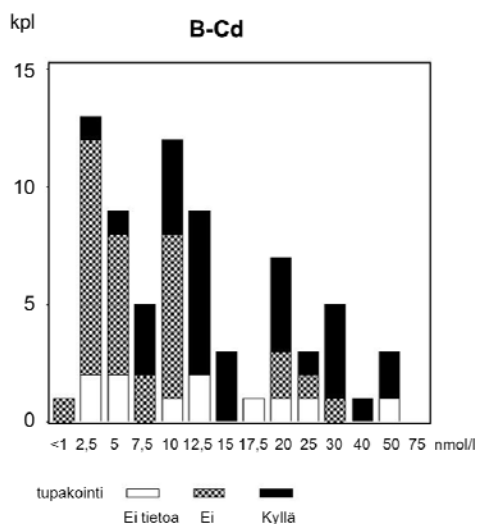
Altistumattomien viiteraja	5 nmol/l tupakoimattomat 10 nmol/l tupakoivat
Toimenpideraja	40 nmol/l
Raskauden aikana ei saa altistua kadmiumille.	

Veren ja virtsan kadmium-mittaus suoritettiin samanaikaisesti 72 henkilöstä. Taulukkoon on koottu näiden henkilöiden keskimääräiset kadmiumpitoisuudet veressä ja virtsassa. Keskimääräisesti kadmiumpitoisuudet tässä ryhmässä olivat hieman korkeammat kuin kaikkien kadmiumaltistumisen selvittämiseksi tutkittujen henkilöiden. Kuitenkin suurimmat mitatut kadmiumpitoisuudet olivat yksittäisten mittausten ryhmässä. Veren kadmiumpitoisuudella ei voida varmasti arvioida virtsan kadmiumpitoisuutta. Veren kadmium kuvaa enemmän lähiaikoina tapahtunutta altistumista, ja virtsan kadmiumpitoisuus kertoo munuaisten kadmiumkuormasta. Veren kadmiumpitoisuudet nousevat selkeästi aiemmin ja altistuminen näkyy virtsassa vasta viiveellä.

	N	mediaani	keskiarvo	95 piste	maksimi
B-Cd	72	10,2	14	43	55
Tupakoimattomat	30	4,7	14	49	49
Tupakoivat	31	13,1	19	50	55
U-Cd	72	4,3	9,3	46	69
Tupakoimattomat	30	3,5	8,6	58	69
Tupakoivat	31	4,2	5,3	15	17



Veren ja virtsan kadmiumpitoisuuksien välinen yhteys samaan aikaan otetuissa näytteissä.



B-Cd ja U-Cd, pitoisuusmittausten jakaumat 2011.

Koboltti

Mirja Kiilunen

Virtsan koboltti, U-Co

Altistumattomien viiteraja 40 nmol/l*

Toimenpideraja 600 nmol/l*

Raskauden aikana ei saa altistua koboltille.

* Virtsan koboltin altistumattomien viiteraja 1.4.2012 alkaen 25 nmol/l ja toimenpideraja 130 nmol/l.

Altistumattomien viiterajan ylityksiä mitattiin 108 kpl. Näistä oli 33 tupakoimatonta ja 27 tupakoivia.

Altistumattomien viiteraja ylittyi mm. asentajilla, hiojilla, hitsaajilla, juottajilla, laitos- ja kunnossapitomiehillä, kaivertajilla, kipinätyöstäjillä, koneistajilla, metallimiehillä, eri työtehtävissä koboltin puhdistuksessa ja kobolttituotteiden valmistuksessa työskentelevillä, pinnoittajilla, prässäajilla, siivoojilla, terämiehillä ja työnjohtajilla.

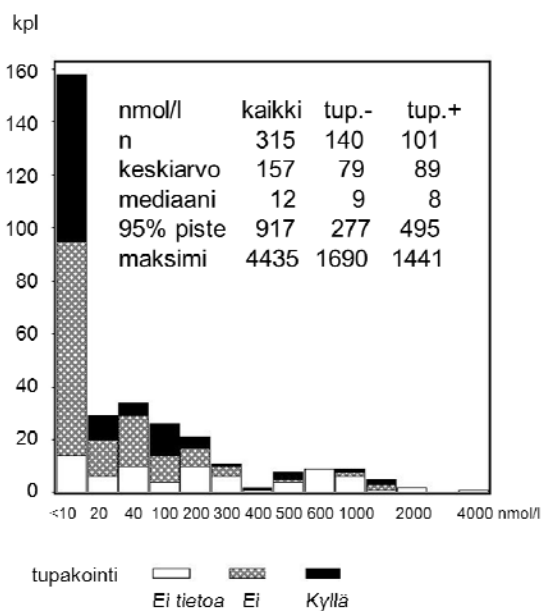
Toimenpideraja ylittyi 25 näytteessä 20 henkilöllä hiontatyössä, kunnossapidossa ja eri tehtävissä koboltin puhdistuksessa ja kobolttituotteiden valmistuksessa.

	kpl
Palvelunäytteiden lukumäärä	315
Henkilöiden lukumäärä	301
naiset	35
miehet	266
Tupakointi	
tupakoivat	140
ei tupakoivat	101
ei tietoa tupakoinnista	74
Työpaikkojen lukumäärä	50
Työpaikkatieto puuttuu	25

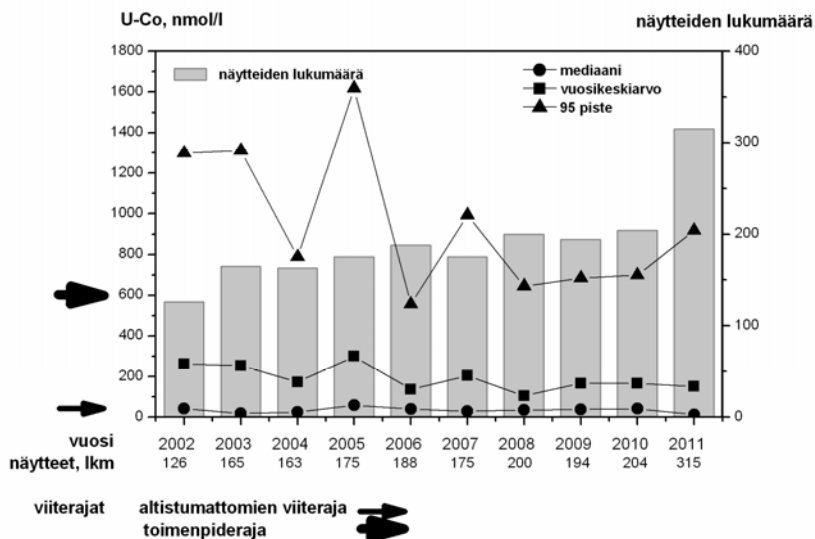
Koboltille altistuu Suomessa noin 1500 henkilöä.

Suuria kobolttialtistumisia esiintyy edelleen koboltin ja sen suolojen kanssa työskentelevillä. Vaikka yksittäisiä korkeita pitoisuuksia esiintyy, on kokonaisaltistuminen laskusuunnassa. Tupakan savussa esiintyy kobolttia, mutta tupakoivilla työntekijöillä ei voida havaita ryhmänä korkeampia pitoisuuksia kuin tupakoimattomilla.

Tekonivelistä vapautuvan koboltin määritykseen käytetään ensisijaisesti verta. Myös virtsanäytteessä voidaan havaita koholla olevia arvoja.



U-Co pitoisuusjakauma v. 2011.



Virtsan koboltti vuosina 2002 – 2011.

Kromi

Mirja Kiilunen

Virtsan kromi, U-Cr

Altistumattomien viiteraja 0,01 µmol/l

Tavoitetaso 0,01 µmol/l

Raskauden aikana ei saa altistua kromille.

Altistumattomien viiterajan ja tavoitetason ylityksiä mitattiin 849 kpl, joka on 53 % kaikista mittauksista.

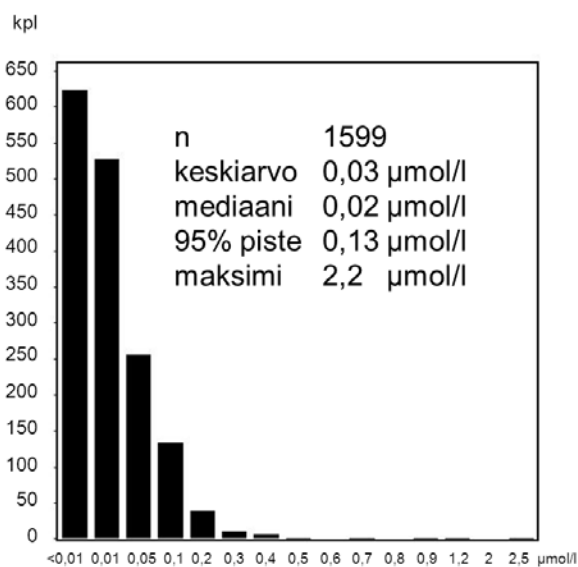
Tavoitetason ylityksiä havaittiin useilla eri toimialoilla metalliteollisuuden eri tehtävissä: erilaiset asennustyöt, eristystyöt, hiillostus, hionta, hitsaus, huolto, kaasus-, laser-, plasma- ja polttoleikkaus, kalvanointi, kokoonpano, koneenhoito, koneistus, kromaus ja pintakäsittely, laboratoriotyöt, laitoshuolto ja kunnossapito, laitossiivoisuus, levysepän työt, lämpökäsittely, maalaus, metallityöt, metalliruiskutus, nosturinkuljetus, pakkaustyöt, peittäus, poraustyöt, siivous, sorvaustyöt, sulatus- ja valimotyöt, työnjohdon työt.

Korkeimmat mitatut pitoisuudet olivat hitsaajilla, 2,30 µmol/l, 1,41 µmol/l ja 1,04 µmol/l. Pintakäsittelijöistä 12 mitattiin yli 0,10 µmol/l pitoisuus ja neljällä henkilöllä ylittyi 0,6 µmol/l taso. Näistä yksi oli pintakäsittelijä ja kolme hitsaajaa.

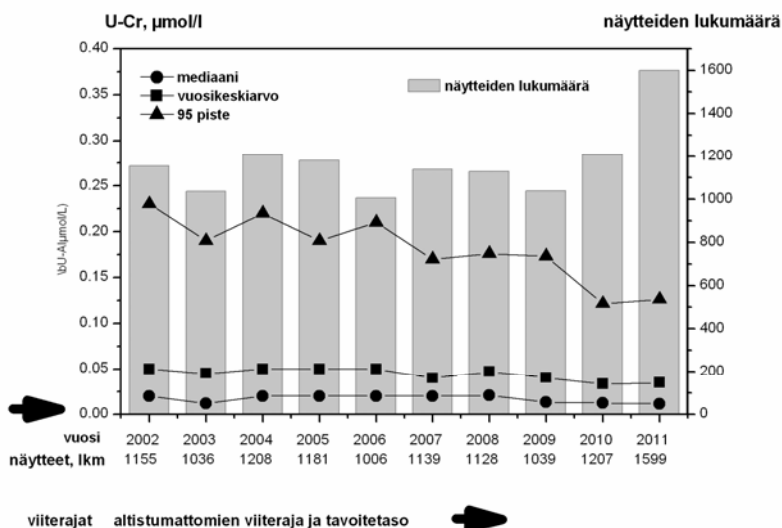
	kpl
Palvelunäytteiden lukumäärä	1599
Henkilöiden lukumäärä	1505
naiset	71
miehet	1434
Työpaikkojen lukumäärä	310
Työpaikkatieto puuttuu	137

Kromille altistuu Suomessa noin 27 000 henkilöä.

Keskimääräiset pitoisuudet ovat jonkin verran laskeneet edellisvuosiin verrattuna. Kuitenkin yksittäisiä korkeita pitoisuuksia on löytynyt enemmän, kun seurannan piiriin on tullut useampia henkilöitä. Tavoitetason asettaminen on myös ohjannut tarkempaan altistumisen seurantaan.



U-Cr pitoisuusjakauma v. 2011.



Virtsan kromi vuosina 2002 – 2011.

Ksyleeni

Jouni Mikkola

Virtsan metyylihippuurihappo, U-MetHipp

Altistumattomien viiteraja	0,2 mmol/l
Toimenpideraja	5 mmol/l
Toimenpideraja raskauden aikana	0,7 mmol/l

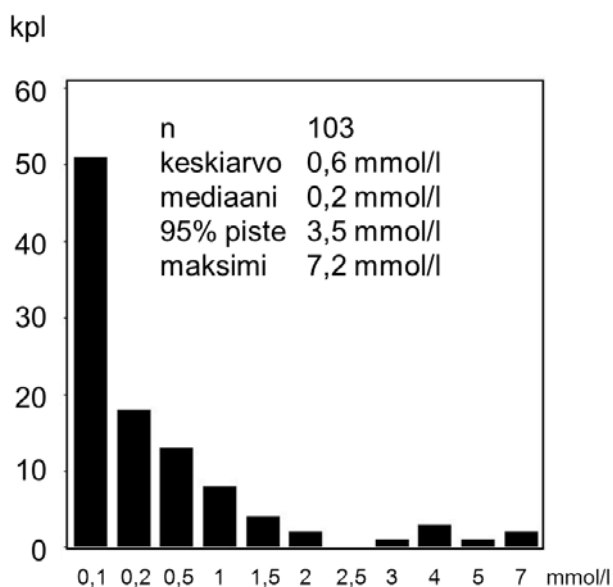
Altistumattomien viiterajan ylityksiä mitattiin 39 kpl mm. maalauksessa, ruiskumaa-lauksessa, hiekkapuhalluksessa ja pintakäsittelyssä. Toimenpideraja ylittyi kolmella henkilöllä pintakäsittelyssä ja ruiskumaalauksessa.

	kpl
Palvelunäytteiden lukumäärä	103
Henkilöiden lukumäärä	101
naiset	14
miehet	87
Työpaikkojen lukumäärä	36
Työpaikkatieto puuttuu	11

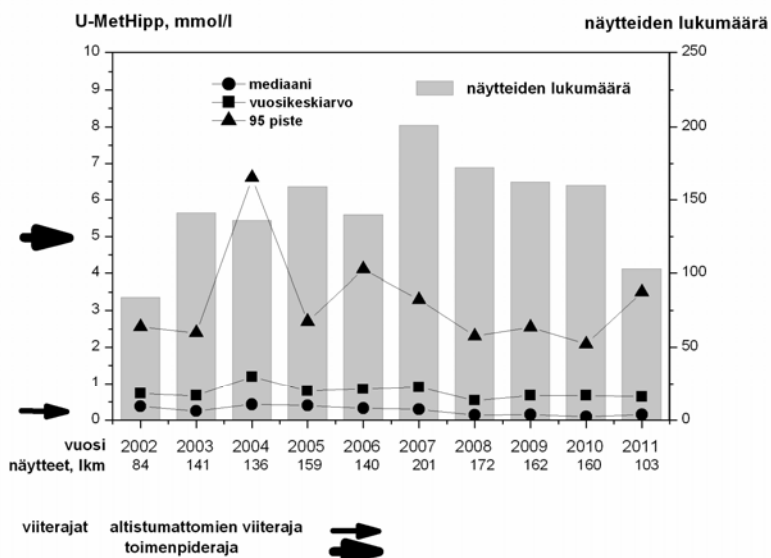
Ksyleenille altistumisessa ei ole havaittavissa merkittävää muutosta viime vuosina bio-monitorointimittausten pohjalta.

Ksyleeni on haihtuva liuotinaine, joten altistuminen tapahtuu pääsääntöisesti hengitysteit-se. Siitä huolimatta joissakin tapauksissa, kuten pintakäsittelyssä, ihoaltistuminen voi olla merkittävää.

Virtsan metyylihippuurihapon viiteraja-arvo (toimenpideraja) työvuoron päätyttyä on sosiaali- ja terveysministeriön asettama (STM asetus 1213/2011).



U-MetHipp pitoisuusjakauma v. 2011.



Virtsan metyylihappuurihappo vuosina 2002 – 2011.

Lyijy

Mirja Kiilunen

Veren lyijy, B-Pb

Altistumattomien viiteraja	0,09	µmol/l*
Toimenpideraja	1,4	µmol/l
Toimenpideraja raskauden aikana	0,09	µmol/l*

*Altistumattomien viiteraja 1.5.2011 alkaen 0,09 µmol/l.

Altistumattomien viiterajan 0,09 µmol/l ylityksiä mitattiin 607 kpl.

Altistumattomien viiteraja ylittyi mm. ammunnessa ja ampumaradan hoidossa, asennus työssä, automaalaus ja -peltiseipän työssä, elektroniikkatyössä, hitsauksessa, huolto- ja kunnossapidossa, juotostyössä, jätteen ja saastuneen maan käsittelyssä ja siirrossa, koneistuksessa, koneenkuljetuksessa, laboratoriotyössä, lyijytyössä, maanrakennustyössä, muurauksessa, mängin valmistuksessa, ongelmajätteen käsittelyssä, polttoleikkauksessa, purkutyössä, putkiasennuksessa, rakennustyössä, sahauksessa, siivouksessa, sinkityksessä, tinanauhan valmistuksessa ja tinauksessa, valimotyössä (sorvarit, sulattajat, valajat, muut työntekijät), puistotyössä sekä työjohtotehtävissä.

Toimenpideraja ylittyi 26 näytteessä, 19 henkilöllä asennus ja hitsaustyössä, koneistuksessa, lyijytyössä, metallityössä, sinkityksessä, sorvauksessa ja valimotyössä. Yhden henkilön työtehtävä oli tuntematon.

	kpl
Palvelunäytteiden lukumäärä	637
Henkilöiden lukumäärä	580
naiset	77
miehet	503
Työpaikkojen lukumäärä	82
Työpaikkatieto puuttuu	176

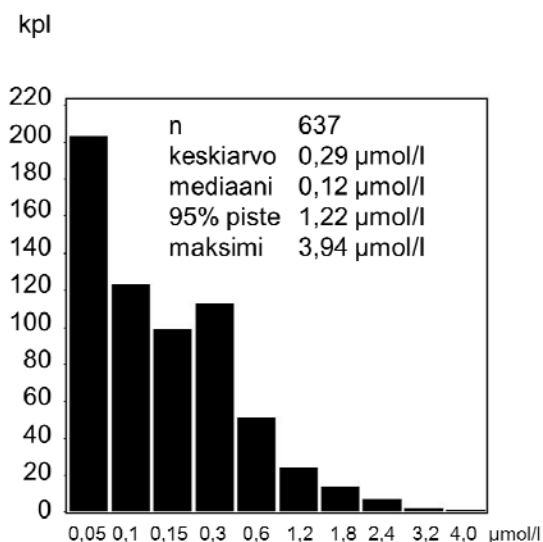
Valtioneuvoston päätöksessä lyijytyöstä (1154/1993) työntekijää, jonka veren lyijypitoisuus ylittää 2,4 µmol/l, ei saa käyttää työssä, jossa altistutaan lyijylle. Jos työpaikalla yhdenkin työntekijän veren lyijypitoisuus ylittää 1,9 µmol/l, työnantajan tulee kiinnittää erityistä huomiota lyijyn mahdollisesti aiheuttamiin terveyshaittoihin.

Toimenpideraja 1,4 µmol/l perustuu sosiaali- ja terveysministeriön lyijylle ja sen epäorgaanisille yhdisteille asettamaan biologisten näytteiden viiteraja-arvoon (STM asetus 1213/2011).

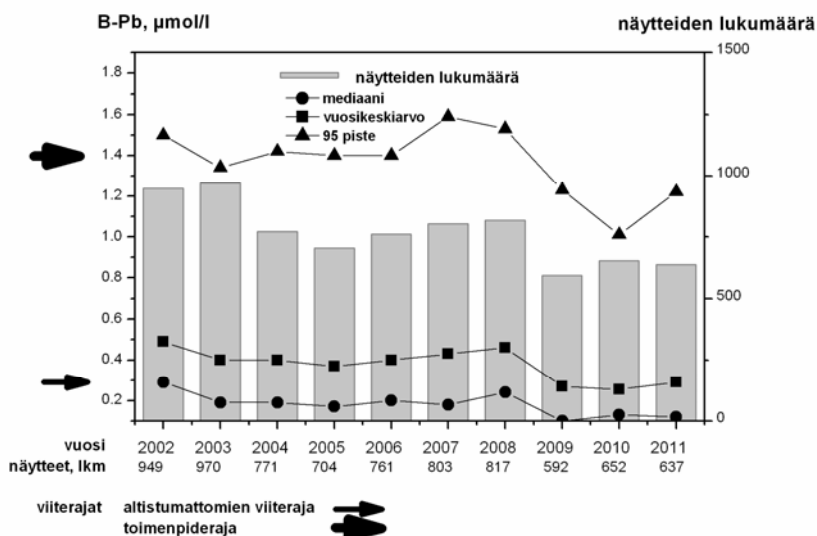
Valtioneuvoston asetuksen 1335/2004 mukaan lyijyn ja sen johdannaisien voidaan arvioida vaarantavan äidin tai sikiön terveyden. Täten niille ei tule altistua raskauden aikana eli veren lyijypitoisuus ei saa ylittää altistumattomien viiterajaa 0,09 µmol/l.

Lyijylle altistuu Suomessa noin 4500 työntekijää. Altistuneiden määrä on vähentynyt merkittävästi viimeisen kymmenen vuoden aikana.

Voimakkaimmin altistuneita ovat sulatto- ja valimotyöntekijät.



B-Pb, pitoisuusjakauma v. 2011.



Veren lyijy vuosina 2002 – 2011.

Virtsan lyijy, U-Pb

Altistumattomien viiteraja	0,015 $\mu\text{mol/l}$ *
Toimenpideraja	0,1 $\mu\text{mol/l}$
Toimenpideraja raskauden aikana	0,015 $\mu\text{mol/l}$ *

*Altistumattomien viiteraja 1.4.2012 alkaen 0,008 $\mu\text{mol/l}$.

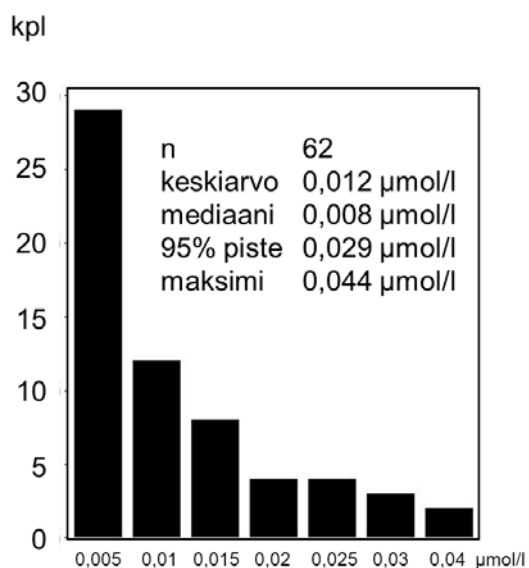
Altistumattomien viiterajan 0,015 $\mu\text{mol/l}$ ylityksiä mitattiin 16 kpl. Uuden altistumattomien viiterajan 0,008 $\mu\text{mol/l}$ ylityksiä oli 31 kpl.

Altistumattomien viiteraja ylittyi konsultilla, laborantilla, materiaalmiehellä, purkutyöntelijällä, syöttö- ja uunimiehellä elektroniikkateollisuudessa, tutkijalla ja työnjohtajalla.

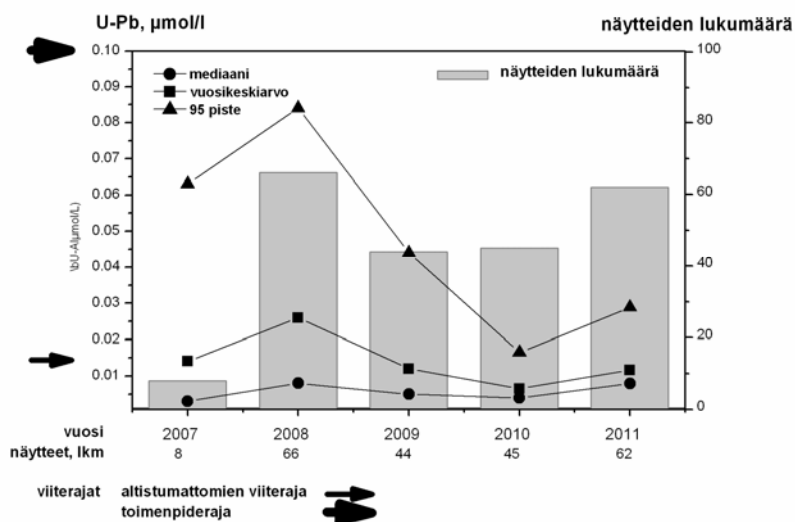
	kpl
Palvelunäytteiden lukumäärä	62
Henkilöiden lukumäärä	49
naiset	12
miehet	37
Työpaikkojen lukumäärä	5
Työpaikkatieto puuttuu	2

Lyijylle altistuu Suomessa noin 4500 työntekijää.

Virtsan lyijymittaus soveltuu ensisijaisesti orgaanisten alkyylilyijy-yhdisteiden altistumisen arviointiin. Orgaanisia alkyylilyijy-yhdisteitä tavataan suuremmassa määrin vanhojen bensiinisäiliöiden saneerauksessa ja saastuneissa maamassoissa. Orgaanisia lyijy-yhdisteitä voidaan käyttää myös elektroniikkateollisuudessa. Muun lyijyaltistumisen seurantaan käytetään veren lyijytason mittausta.



U-Pb, pitoisuusjakauma v. 2011.



Virtsan lyijy vuosina 2002 – 2011.

Mangaani

Mirja Kiilunen

Virtsan mangaani, U-Mn

Altistumattomien viiteraja

40 nmol/l *

Toimenpideraja

ei ole asetettu

Mangaaniteräksen hitsauksessa ja alkaliparistojen tuotannossa työntekijöiden keskimääräiset mangaanipitoisuudet ovat olleet alle 50 nmol/l.

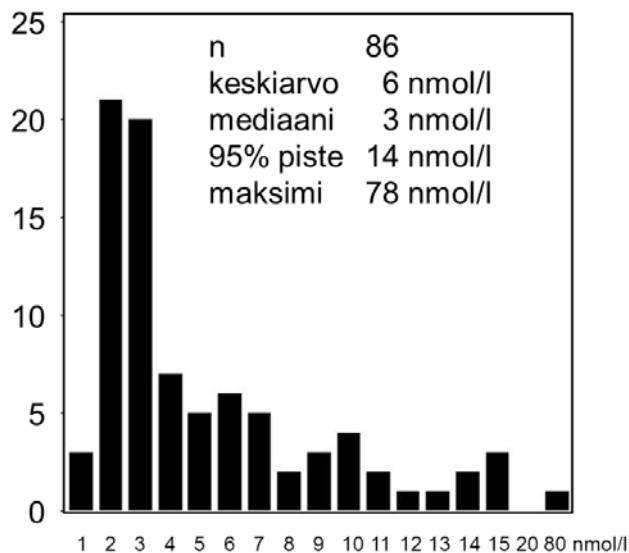
* Altistumattomien viiteraja 1.4.2012 alkaen 10 nmol/l.

Altistumattomien viiterajan ja toimenpiderajan ylityksiä mitattiin yhdeltä henkilöltä, joka työskenteli metallikappaleiden puhdistajana (78 nmol/l). Vuoden 2012 altistumattomien viiterajan 10 nmol/l ylityksiä oli 11 kappaletta.

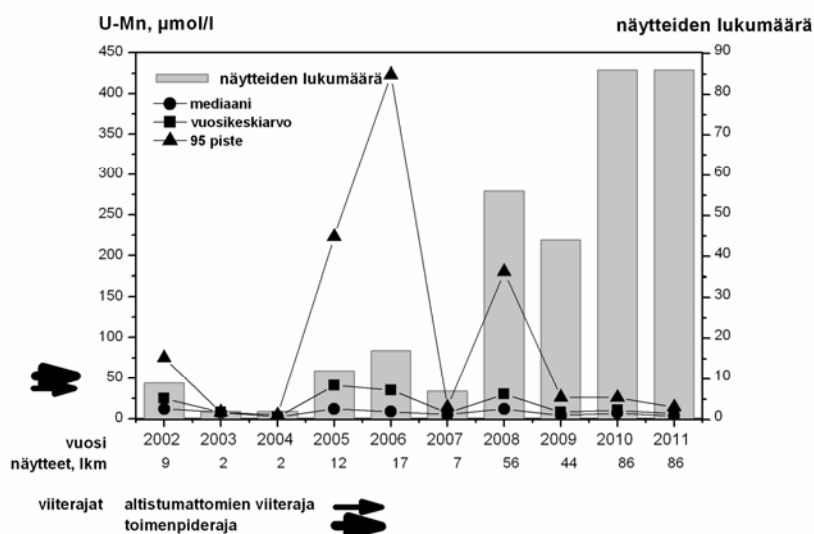
	kpl
Palvelunäytteiden lukumäärä	86
Henkilöiden lukumäärä	86
naiset	1
miehet	85
Työpaikkojen lukumäärä	11
Työpaikkatieto puuttuu	16

Mangaania on seosyhdisteenä erilaisissa metalliseoksissa. Virtsan mangaani on ryhmätason mittari ja sillä pystytään erottamaan altistumattomien ja altistuneiden henkilöiden ryhmät toisistaan.

kpl



U-Mn, pitoisuusjakauma v. 2011.



Virtsan mangaani vuosina 2002 – 2011.

Metanoli

Jouni Mikkola

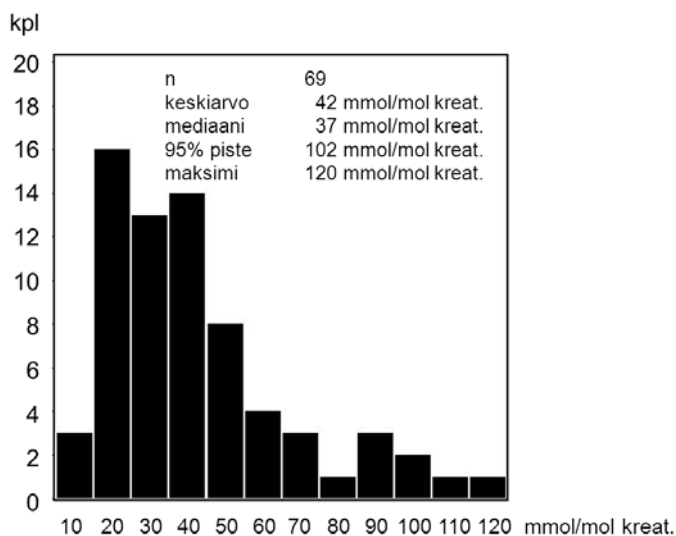
Virtsan muurahaishappo, U-Formia

Altistumattomien viiteraja	70 mmol/mol kreatiniinia
Toimenpideraja	200 mmol/mol kreatiniinia

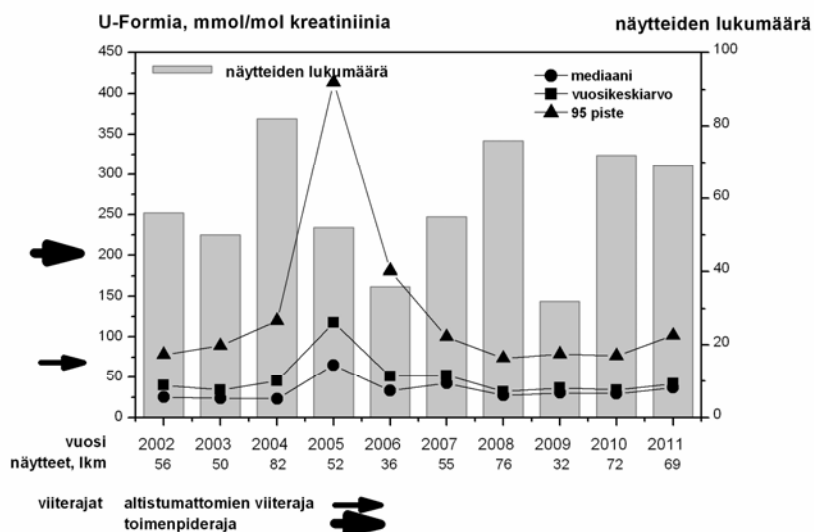
Altistumattomien viiterajan ylityksiä mitattiin yhdeksän kappaletta. Altistumattomien viiteraja ylittyi valelupeittauksessa, pakkaustyössä, siivouksessa ja trukinkuljetajan työssä, mm. kalusteteollisuudessa ja valimotyössä. Toimenpiderajan ylityksiä ei ollut.

	kpl
Palvelunäytteiden lukumäärä	69
Henkilöiden lukumäärä	62
naiset	9
miehet	53
Työpaikkojen lukumäärä	7
Työpaikkatieto puuttuu	-

Metanoli imeytyy erittäin hyvin ihon läpi, ja ihon suojaukseen kannattaa kiinnittää erityistä huomiota. Suojakäsineiden sopivuus kannattaa tarkastaa ennen metanolityöhön lähtemistä.



U-Formia, pitoisuusjakauma v. 2011.



Virtsan muurahaishappo vuosina 2002 – 2011.

Naftaleeni ja naftaleenia sisältävät PAH-seokset

Simo Porras

Virtsan 1-naftoli, U-Naftol

Altistumattomien viiteraja	30 nmol/l tupakoimattomat
	300 nmol/l tupakoivat
Toimenpideraja	ei ole asetettu
Raskauden aikana ei saa altistua PAH-seoksille.	

Altistumattomien viiterajan ylityksiä mitattiin 98 kpl, mm. autonkuljettajilla, kaavaajilla, kyllästäjillä, lentokoneasentajilla, ongelmajätteen käsittelijöillä ja pylvasasentajilla. Suurimmat yksittäiset pitoisuudet (>1000 nmol/l) mitattiin kaavaajilla ja lentokoneasentajilla.

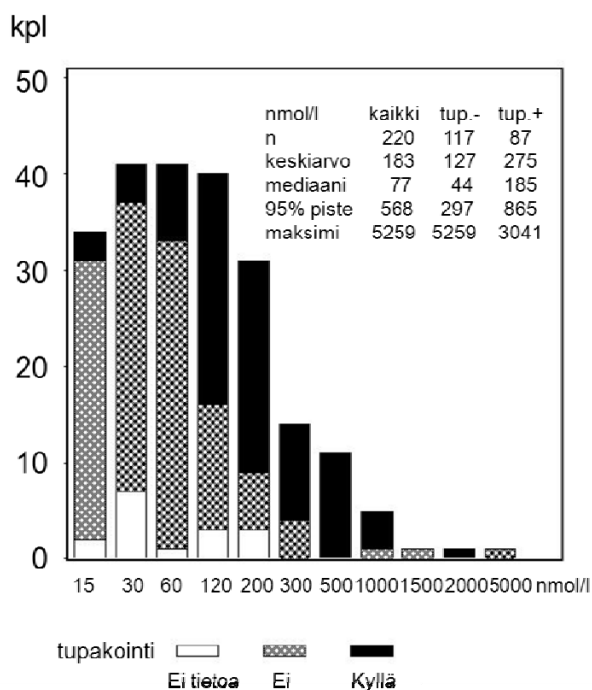
	kpl
Palvelunäytteiden lukumäärä	220
Henkilöiden lukumäärä	198
naiset	13
miehet	185
Tupakointi	
tupakoivat	87 ^a
ei tupakoivat	117 ^b
ei tietoa tupakoinnista	16 ^c
Työpaikkojen lukumäärä	40
Työpaikkatieto puuttuu	87

^a joista 19 kpl yli viiterajan 300 nmol/l

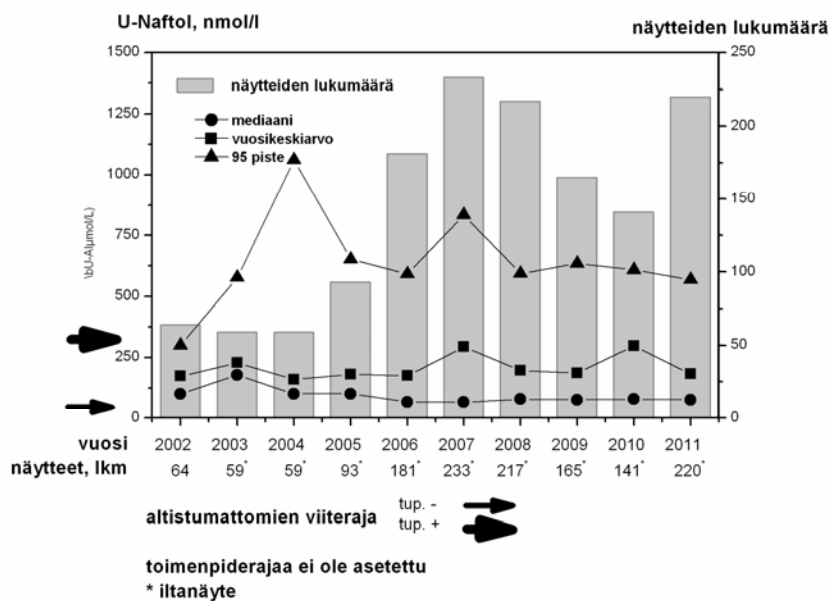
^b joista 68 kpl yli viiterajan 30 nmol/l

^c joista 11 kpl yli 30 nmol/l

Naftaleeni on merkittävä haihtuva ainesosa PAH-seoksissa, mm. kivihiilitervassa, kreo-soottiöljyssä ja asfalttimassoissa.



U-Naftol, pitoisuusjakauma v. 2011.



Virtsan 1-Naftol vuosina 2002 – 2011.

Nikkeli

Mirja Kiilunen

Virtsan nikkeli, U-Ni

Altistumattomien viiteraja 0,05 µmol/l

Tavoitetaso 0,05 µmol/l

Raskauden aikana ei saa altistua nikkelille.

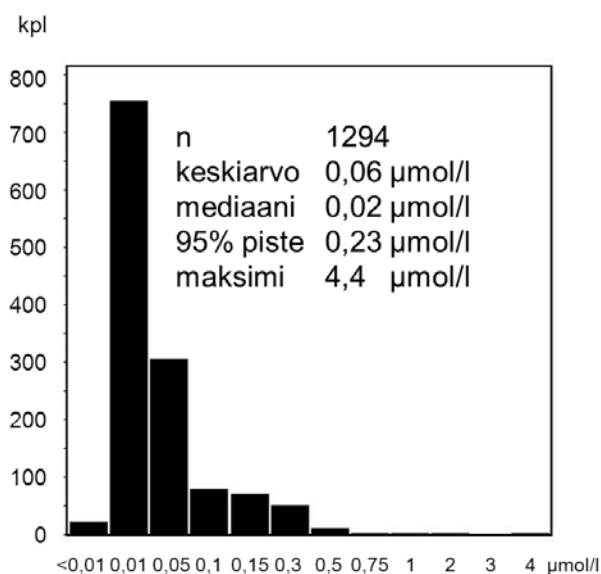
Altistumattomien viiterajan ja tavoitetason ylityksiä mitattiin 309 kpl.

Ylityksiä havaittiin useilla eri toimialoilla metalliteollisuuden eri tehtävissä, mm. asennustyössä, elektrolyysityössä, hionnassa, hitsauksessa ja levysepän työssä, korjaus- ja huoltotyössä, kromauksessa, niklauksessa ja ripustuksessa, kaasus-, plasma- ja polttoleikkauksessa, kunnossapidossa, laboratoriotyössä, metallipinnoituksessa ja -ruiskutuksessa, nikkelisuolojen valmistuksessa, siivouksessa, sorvauksessa, valimotyössä ja työnjohdossa.

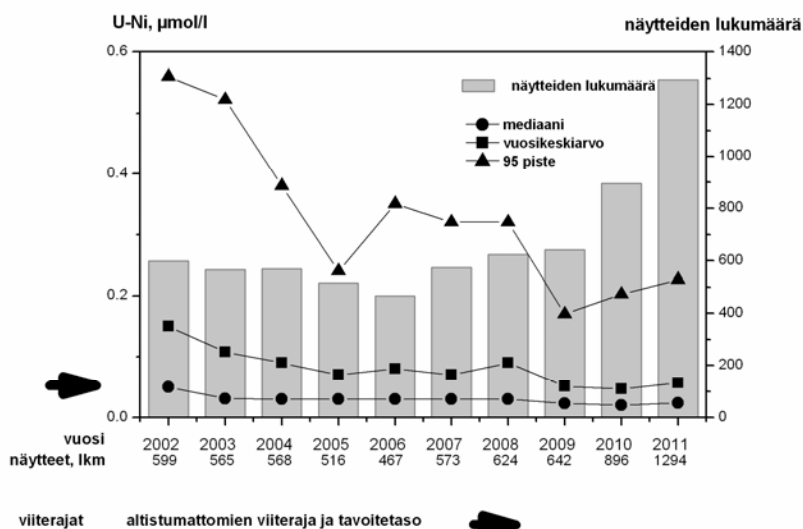
	kpl
Palvelunäytteiden lukumäärä	1294
Henkilöiden lukumäärä	1219
naiset	90
miehet	1129
Työpaikkojen lukumäärä	189
Työpaikkatieto puuttuu	114

Nikkelille altistuu Suomessa yli 30 000 henkilöä. Suurimmat altistumiset tapahtuvat nikkelimalmin louhinnassa ja erotuksessa, nikkelin puhdistuksessa, hitsauksessa ja erilaisissa puhdistus ja siivoustyössä.

Korkeiden nikkelipitoisuuksien määrä on jälleen kasvanut lisääntyneen kontrollin myötä. Yli 1 µmol/l pitoisuuksia mitattiin mm. pintakäsittelyssä.



U-Ni, pitoisuusjakauma v. 2011.



Virtsan nikkeli vuosina 2002 – 2011.

Polyklooratut bifenyylit

Simo Porras

Paastoseerumin polyklooratut bifenyylit, fS-PCB

Altistumattomien viiteraja PCB-yhdisteiden summa 3 µg/l*

Toimenpideraja ei ole asetettu

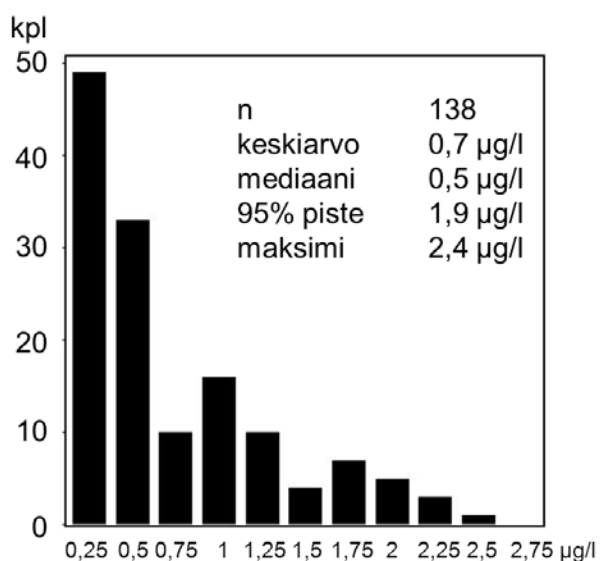
Raskauden aikana ei saa altistua PCB:lle.

- Altistumattomien viiteraja 1.4.2012 alkaen 2 µg/l.

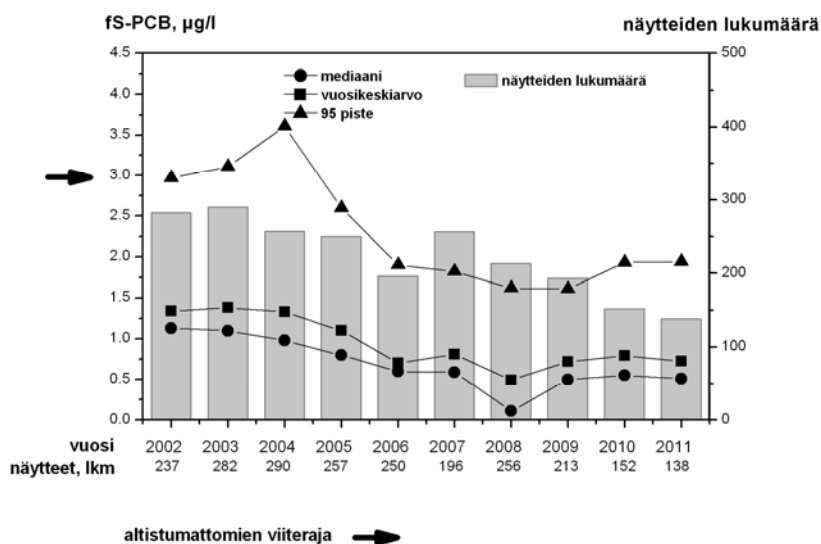
Altistumattomien viiterajan ylityksiä ei ollut.

	kpl
Palvelunäytteiden lukumäärä	138
Henkilöiden lukumäärä	137
naiset	5
miehet	132
Työpaikkojen lukumäärä	9
Työpaikkatieto puuttuu	8

PCB-yhdisteet ovat kemiallisesti pysyviä, kertyvät elimistöön pitkäaikaisessa altistumisessa ja poistuvat hitaasti. Niiden käyttö on kielletty Suomessa vuodesta 1990 lähtien. PCB:lle voi silti altistua mm. ongelmajätteen käsittelyssä, remontoinnissa ja saastuneiden maa-alueiden puhdistuksessa.



fs-PCB, pitoisuusjakauma v. 2011.



Paastoseerumin PCB vuosina 2002 – 2011.

Pyreeni ja pyreeniä sisältävät PAH-seokset

Sinikka Vainiotalo

Virtsan 1-pyrenoli, U-Pyr

Altistumattomien viiteraja 3,0 nmol/l

Toimenpideraja 12,0 nmol/l*

Raskauden aikana ei saa altistua PAH-seoksille.

* Toimenpideraja on asetettu vuonna 2011.

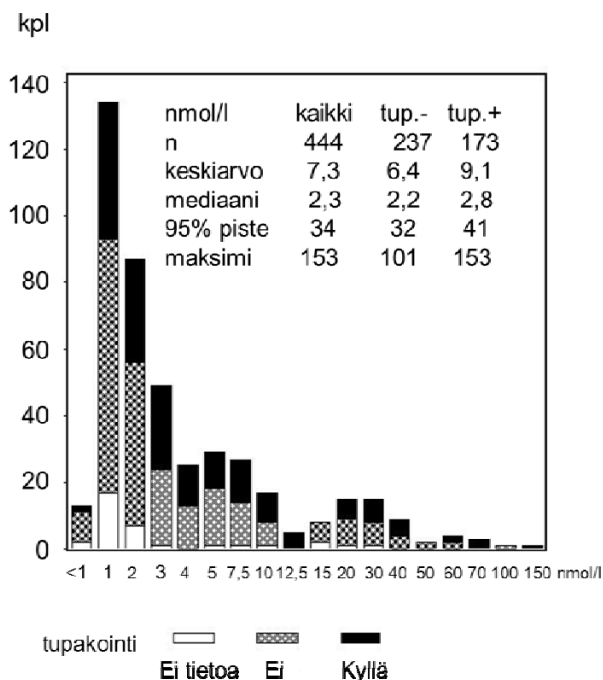
Altistumattomien viiterajan ylityksiä oli 180 kpl. Tämä viiteraja ylittyi mm. johto-asennuksessa kreosootilla kyllästettyihin pylväisiin, kreosoottikyllästyksessä, radan kunnostuksessa ja vaihdetyössä, valimo- ja koksaamotyössä sekä nuohouksessa.

Toimenpideraja 12,0 nmol/l ylittyi 63 näytteessä. Nämä näytteet olivat pääosin peräisin verkostoasentajilta, kreosoottikyllästäjiltä, rata- ja vaihdetyöntekijöiltä sekä koksaamotyöntekijöiltä.

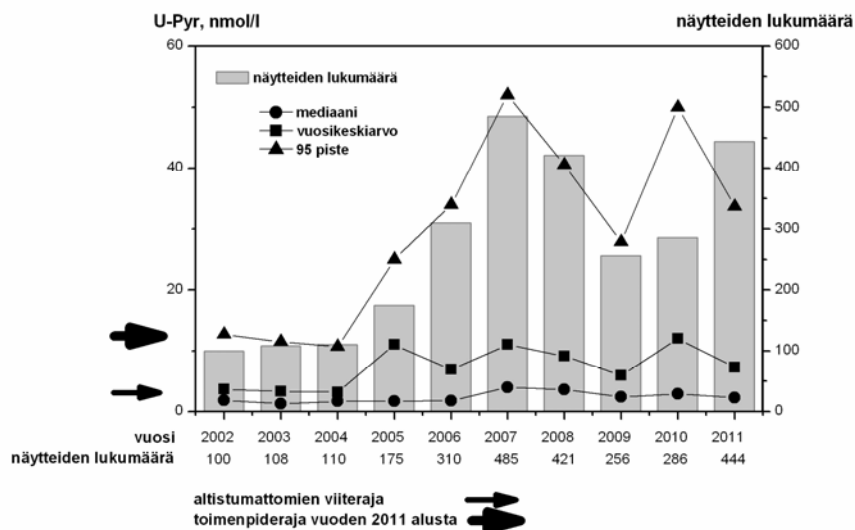
	kpl
Palvelunäytteiden lukumäärä	444
Henkilöiden lukumäärä	376
naiset	25
miehet	351
Tupakointi	
tupakoivat	173
ei tupakoivat	237
ei tietoa tupakoinnista	34
Työpaikkojen lukumäärä	46
Työpaikkatieto puuttuu	106

Tupakointi lisää virtsan 1-pyrenolipitoisuutta noin 1 nmol/l.

PAH-yhdisteet imeytyvät elimistöön merkittävästi myös iholta. Suurimmat altistumiset vuonna 2011 aiheutuivat altistumisesta kreosootille verkostoasennuksessa ja ratatyössä.



U-Pyr, pitoisuusjakauma v. 2011.



Virtsan pyrenoli vuosina 2002 – 2011.

Rikkihiili

Jouni Mikkola

Virtsan 2-tiotiatsolidiini-4-karboksyylihappo, U-TTCA

Altistumattomien viiteraja 0,3 mmol/mol kreatiniinia

Toimenpideraja 2,0 mmol/mol kreatiniinia

Raskauden aikana ei saa altistua rikkihiilelle.

Altistumattomien viiterajan ylityksiä mitattiin 18 kpl.

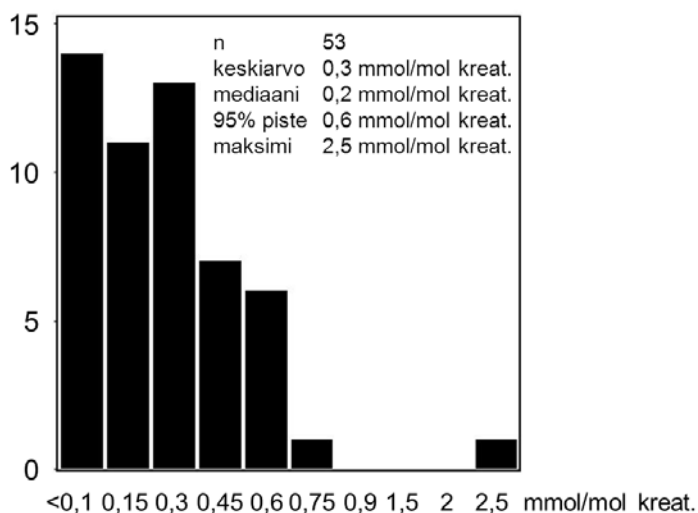
Altistumattomien viiteraja ylittyi ammemiehellä, laitosmiehellä, koneenhoitajalla ja kuivaajalla.

Toimenpideraja ylittyi yhdellä työntekijällä koneenhoitajan työtehtävissä.

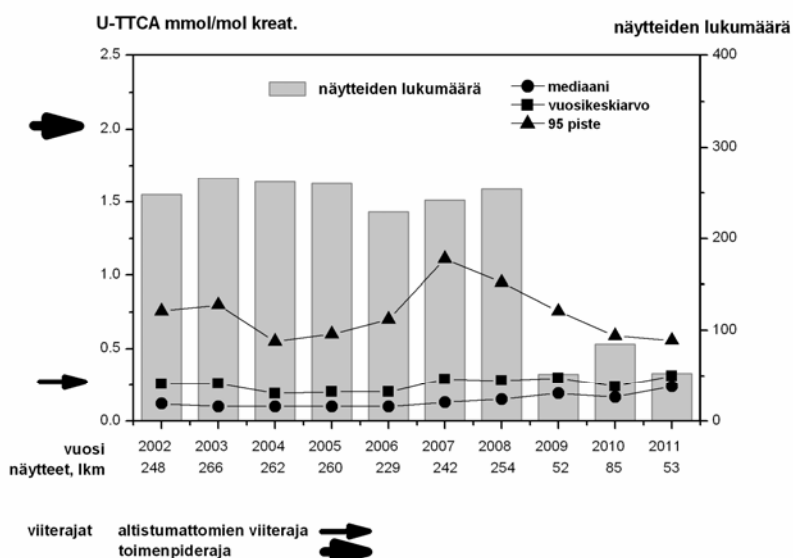
	kpl
Palvelunäytteiden lukumäärä	53
Henkilöiden lukumäärä	53
naiset	9
miehet	44
Työpaikkojen lukumäärä	1
Työpaikkatieto puuttuu	-

Rikkihiilelle altistuneiden työntekijöiden lukumäärä on vähentynyt v. 2008 jälkeen. Virtsan 2-tiotiatsolidiini-4-karboksyylihappopitoisuuden biologinen toimenpideraja-arvo (työvuoron jälkeinen näyte, ks. yllä) on sosiaali- ja terveysministeriön asettama (STM asetus 1213/2011).

kpl



U-TTCA, pitoisuusjakauma v. 2011.



Virtsan 2-tiotiatsolidiini-4-karboksyylihappo vuosina 2002 – 2011.

Seleeni

Mirja Kiilunen

Virtsan seleeni, U-Se

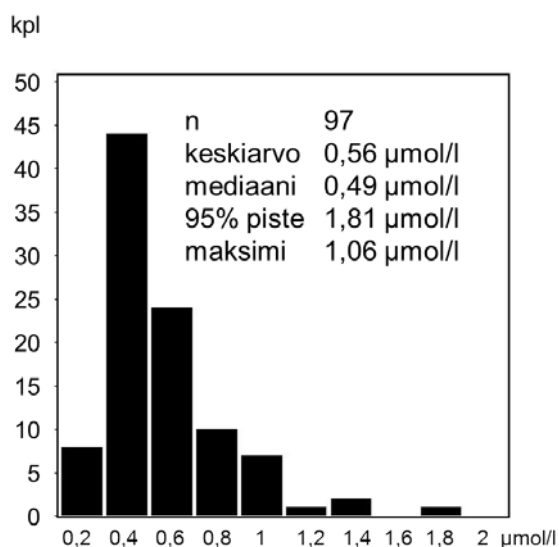
Altistumattomien viiteraja	0,35 µmol/l *
Toimenpideraja	ei ole asetettu
Raskauden aikana ei saa altistua seleenille	

* Altistumattomien viiteraja 1.4.2012 0,07 mg/g kreatiniinia.
Tämä vastaa ~ 1,16 µmol/l.

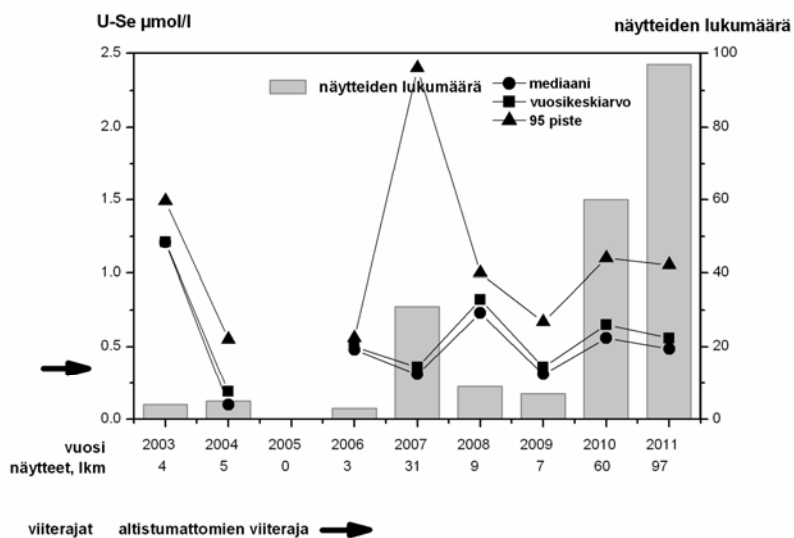
Altistumattomien viiterajan ylityksiä oli 77 kpl. Tämä viiteraja ylittyi mm. asennuksessa, koneenhoidossa ja kunnossapidossa, konsultaatiotyössä, laboratoriotyössä, lasin valmistuksen eri työtehtävissä, siivouksessa, tutkimustyössä, sulatuksessa ja työnjohdossa.

	kpl
Palvelunäytteiden lukumäärä	97
Henkilöiden lukumäärä	91
naiset	22
miehet	67
Työpaikkojen lukumäärä	5
Työpaikkatieto puuttuu	3

Seleenille altistutaan elektroniikkateollisuudessa mm. valokuitujen valmistuksessa, väriaineena lasinvalmistuksessa ja lannoiteteollisuudessa. Seleeni on rikin sukulaisaine ja sitä on erityisesti luonnossa erilaisissa kiisuissa ja kuparisulfidimalmeissa.



U-Se, pitoisuusjakauma v. 2011.



Virtsan seleeni vuosina 2003 – 2011.

Styreeni

Jouni Mikkola

Virtsan manteli- ja fenyyli glyoksyylihappo, U-MaPGa

Altistumattomien viiteraja	0,2 mmol/l
Toimenpideraja	1,2 mmol/l
Toimenpideraja raskauden aikana	0,2 mmol/l

Altistumattomien viiterajan ylityksiä mitattiin 283 kpl. Altistumattomien viiteraja ylittyi mm. käsilaminoinnissa, laminoinnissa, (lujite)muovityössä, kokoonpanotyössä, koneenhoidossa, ovien kanttauksessa ja valutyössä.

Toimenpideraja ylittyi 68 henkilöllä. Toimenpideraja ylittyi mm. laminointi-, kokoonpano- ja valutyössä.

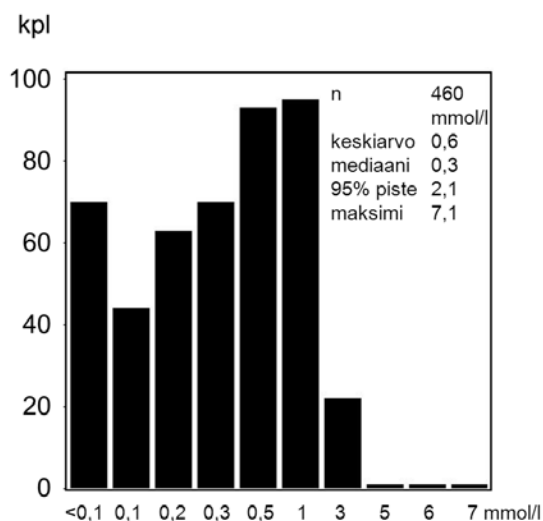
	kpl
Palvelunäytteiden lukumäärä	460
Henkilöiden lukumäärä	446
naiset	34
miehet	412
Työpaikkojen lukumäärä	52
Työpaikkatieto puuttuu	35

Styreenille altistuu Suomessa noin 3000 työntekijää.

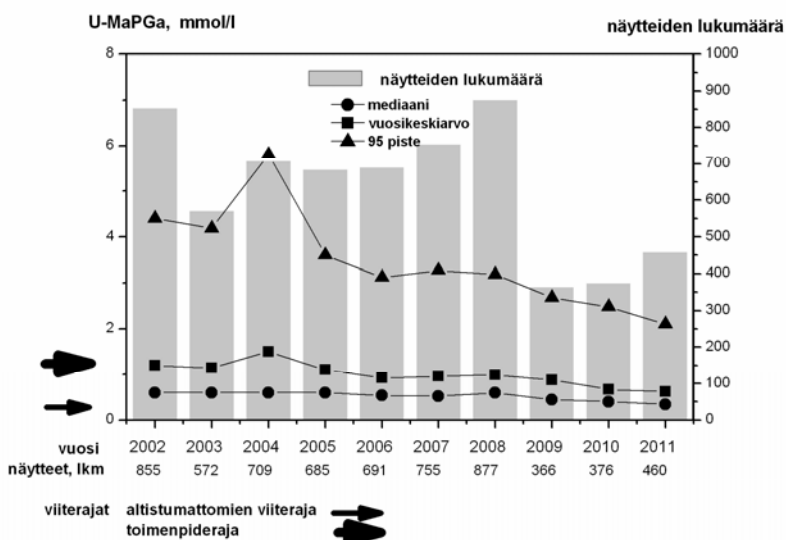
Biomonitorointinäytteet tulevat enimmäkseen lujitemuoviteollisuudesta. Toimenpiderajan ylityksiä on 2000-luvulla ollut 20 – 30 % mitatuista henkilöistä. Suuntaus on laskeva, sillä toimenpiderajan ylitysten määrä on jäänyt v. 2009 – 2011 alle 20 %:iin mitatuista henkilöistä. Samanaikaisesti palvelunäytteiden lukumäärä on vähentynyt.

Laminointivaiheessa polyesterihartseja käytettäessä noin 10 % styreenistä haihtuu ilmaan. Käsi- ja ruiskulaminointien keskimääräinen styreenille altistuminen ylittää usein HT-pitoisuuden. Kun polystyreeniä työstetään kestopuoviraaka-aineena, siitä irtautuu styreeniä vain hyvin vähän.

Virtsan manteli- ja fenyyli glyoksyylihappopitoisuuden viiteraja-arvo (toimenpideraja) työpäivän jälkeisenä aamuna on sosiaali- ja terveysministeriön asettama (STM asetus 1213/2011).



U-MaPGA, pitoisuusjakauma v. 2011.



Virtsan manteli- ja fenyyli glykoksyylihappo vuosina 2002 – 2011.

Tolueeni

Simo Porras

Veren tolueeni, B-Tolu

Altistumattomien viiteraja	50 nmol/l
Toimenpideraja	500 nmol/l
Toimenpideraja raskauden aikana	50 nmol/l

Altistumattomien viiterajan ylityksiä mitattiin 27 kpl.

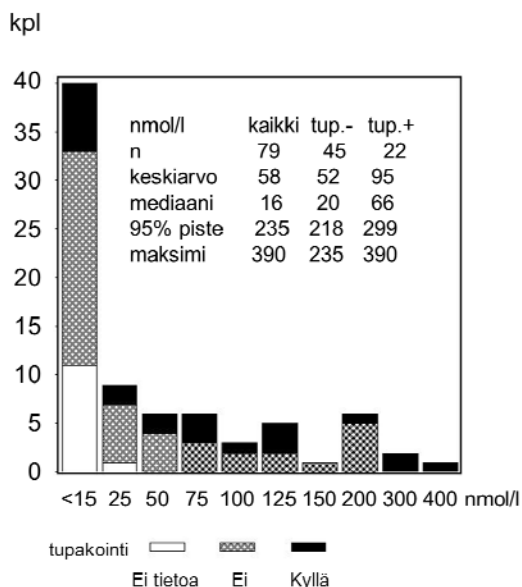
Altistumattomien viiteraja ylittyi mm. painotyöhön liittyvissä tehtävissä.

Toimenpiderajan ylityksiä ei ollut.

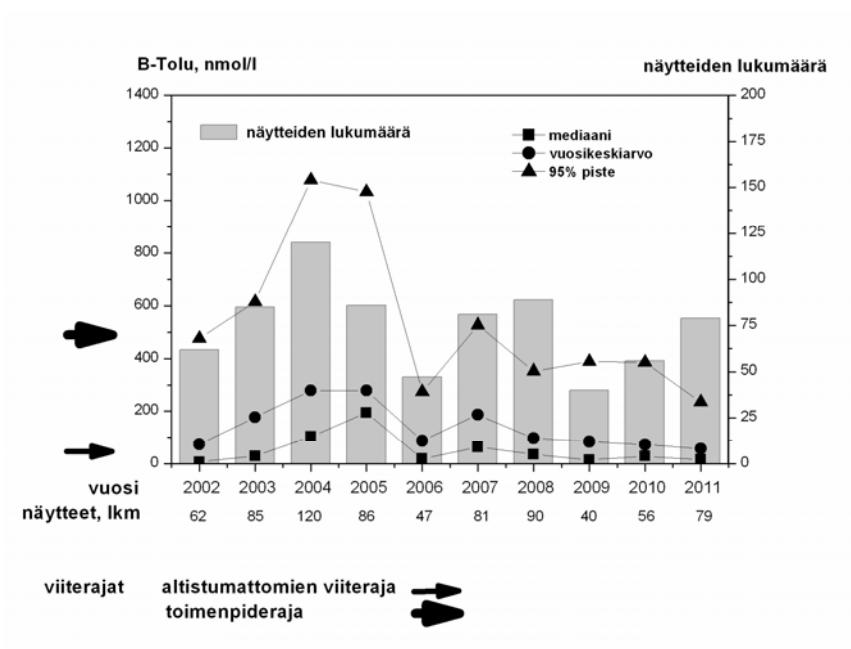
	kpl
Palvelunäytteiden lukumäärä	79
Henkilöiden lukumäärä	78
naiset	8
miehet	70
Tupakointi	
tupakoivat	22
ei tupakoivat	45
ei tietoa tupakoinnista	12
Työpaikkojen lukumäärä	14
Työpaikkatieto puuttuu	7

Orgaanisena liuottimena tolueenia käytetään laajalti. Sitä esiintyy mm. painoväreissä, maaleissa, lakoissa, liimoissa, puhdistus- ja moottoripolttoaineissa. Tolueenia käytetään myös mm. lääkeaineiden ja räjähdysaineiden valmistuksessa sekä metallituotteiden ja ajoneuvojen valmistuksessa.

Veren tolueenipitoisuuden biologinen toimenpideraja-arvo (työpäivän jälkeinen aamunäyte, ks. yllä) on sosiaali- ja terveysministeriön asettama (STM asetus 1213/2011).



B-Tolu, pitoisuusjakauma v. 2011.



Veren tolueeni vuosina 2002 – 2011.

Altistuminen kromille ja nikkeliille metallitöissä, pintakäsittelyssä ja ruostumattoman teräksen hitsauksessa

Mirja Kiilunen

Virtsan kromi ja nikkeli, U-METSUP, U-PINTSU, U-RSTSUP

Virtsan kromi, U-Cr

Altistumattomien viiteraja 0,01 $\mu\text{mol/l}$

Tavoitetaso 0,01 $\mu\text{mol/l}$

Raskauden aikana ei saa altistua kromille.

Virtsan nikkeli, U-Ni

Altistumattomien viiteraja 0,05 $\mu\text{mol/l}$

Tavoitetaso 0,05 $\mu\text{mol/l}$

Raskauden aikana ei saa altistua nikkelille.

U-METSUP

Erilaisissa metallitöissä – ei hitsauksessa – metallimiehinä työskenteleviltä tehtiin virtsan kromi- että nikkelin mittauksia samanaikaisesti 259 kertaa. Neljästä henkilöstä tehtiin uusintamittaukset vuoden 2011 aikana.

Keskiarvopitoisuudet olivat virtsan kromille 0,02 $\mu\text{mol/l}$ ja nikkelille 0,05 $\mu\text{mol/l}$. Mediaanit olivat vastaavasti 0,01 $\mu\text{mol/l}$ ja 0,02 $\mu\text{mol/l}$. Virtsan kromituloksista 95 % oli 0,09 $\mu\text{mol/l}$ alapuolella ja virtsan nikkelituloksista 0,15 $\mu\text{mol/l}$ alapuolella. Suurimmat pitoisuudet olivat virtsan kromille 0,35 $\mu\text{mol/l}$ ja nikkelille 1,7 $\mu\text{mol/l}$. Tulokset kertovat, että altistuminen kromille ja nikkelille on merkittävää metallimiehillä ja toimenpiteisiin sen alentamiseksi tulisi ryhtyä. Keskimääräiset pitoisuustasot ovat kasvaneet jonkin verran edellisestä vuodesta.

U-PINTSU

Elektrolyyttisessä pintakäsittelyssä työskenteleviä pintakäsittelijöitä oli 94 kappaletta, joista mitattiin sekä virtsan kromi- että nikkelpitoisuudet metallialtistumisen selvittämiseksi. Yhdeksästä henkilöstä tehtiin toistomittaukset ja kahdesta vielä kolmannet mittaukset vuoden 2011 aikana.

Keskiarvopitoisuudet tutkituilla olivat virtsan kromille 0,04 $\mu\text{mol/l}$ ja nikkelille 0,19 $\mu\text{mol/l}$. Mediaanit olivat vastaavasti 0,01 $\mu\text{mol/l}$ ja 0,07 $\mu\text{mol/l}$. 95 % piste virtsan kromituloksille oli 0,19 $\mu\text{mol/l}$ ja nikkelituloksille 0,50 $\mu\text{mol/l}$. Suurimmat

pitoisuudet olivat virtsan kromille 0,71 $\mu\text{mol/l}$ ja nikkelille 4,35 $\mu\text{mol/l}$. Tulokset osoittavat, että altistuminen kromille ja erityisesti nikkelille on merkittävää pintakäsittelytyössä. Pitoisuudet ovat selkeästi suurempia kuin kahtena aikaisempana vuotena.

U-RSTSUP

Ruostumattoman teräksen hitsaajien altistumista seurattiin 324 kertaa sekä kromi- että nikkelialtistumisen suhteen. Kymmenen henkilön altistumista seurattiin useamman kerran vuoden 2011 aikana.

Keskiarvopitoisuudet tutkituilla olivat sekä virtsan kromille että nikkelille 0,04 $\mu\text{mol/l}$ ja mediaanit 0,01 $\mu\text{mol/l}$ kromilla ja 0,03 $\mu\text{mol/l}$ nikkelille. 95 prosentin piste virtsan kromituloksille oli 0,12 $\mu\text{mol/l}$ ja nikkelituloksille 0,12 $\mu\text{mol/l}$. Suurimmat pitoisuudet olivat virtsan kromilla 2,30 $\mu\text{mol/l}$ ja nikkelillä 0,36 $\mu\text{mol/l}$. Edelliseen vuoteen verrattuna ovat keskimääräiset kromi- ja nikkelipitoisuudet pysyneet samalla tasolla. Kaikista suurimmat pitoisuudet ovat kasvaneet. Hitsaajien altistuminen on merkittävää ja toimenpiteisiin altistumisen vähentämiseksi tulisi ryhtyä.

Missään kolmessa tutkitussa työntekijäryhmässä ei ollut korrelaatiota virtsan kromi- ja nikkelipitoisuuksien välillä.

Taulukko 4. Palveluanalytiikan biomonitorointianalyysit, joita oli alle 50 kpl vuonna 2011.

Altiste	Analyysi	Laatu	N*	Keski-arvo	Median	Max	95 % piste
Alumiini	S-Al	µmol/l	13	0,1	0,06	0,9	0,9
Antimoni	U-Sb	nmol/l	44	14	7	132	40
Beryllium	U-Be	nmol/l	5	2,4	2,3	3,3	2,8
Etyylibentseeni	U-Mandel	mmol/l	21	0,2	0,05	1,9	0,5
Fluori	U-F	µmol/l	7	128	42	600	600
n-Heksaani	U-HD	mmol/mol kreat.	10	0,3	0,3	0,6	0,6
Heksametyleenidi-amiini, 1,6-heksametyleenidi-isosyanaatti (HDI)	U-HDIHDA	µmol/mol kreat.	1	-	-	-	-
Hydroksi-N-metyyli-2-pyrrolidoni	U-HNMP	µmol/l	4	4,1	2,5	11	7
Kupari*	U-Cu	µmol/l	7	0,14	0,14	0,23	0,23
Mangaani*	B-Mn	nmol/l	2	108	108	143	143
2-(2-Metoksietoksi)etanoli	U-MEAA	mmol/mol kreat.	3	0,8	0,7	1,3	1,0
Metyleenidianiliini	U-MDA	µmol/mol kreat.	7	5,4	0,3	24,0	18,2
Metyleenidifenyli-diisosyanaatti	U-MDIMDA	µmol/mol kreat.	22	<0,2	<0,2	0,8	0,3
Tolueenidi-isosyanaatit	U-TDI TDA	µmol/mol kreat.	1 ¹	-	-	-	-
Metyylietyyliketoni	U-MEK	µmol/l	9	4,0	2,8	11,1	8,3
Metyyli-tert-butylietteri (MTBE)	U-TBA	µmol/l	7	1,6	0,5	3,6	3,4
Molybdeeni*	U-Mo	nmol/l	6	409	437	604	604
Palladium	U-Pd	nmol/l	6	2,3	2,2	5	4,7
Platina	U-Pt	nmol/l	8	8,2	5,9	23	22,6

Altiste	Analyysi	Laatu	N*	Keski-arvo	Median	Max	95 % piste
Pyretroidit	U-PBA	μmol/mol kreat.	25	0,8	0,3	3,6	2,7
Rodium	U-Rh	nmol/l	5	0,3	0,1	0,8	0,5
Sinkki	fP-Zn	μmol/l	2 ¹				
	U-Zn	μmol/l	13	6,5	5,8	17,5	17,5
Syanidi	S-Tiosyan	μmol/l	22	89	77	195	171
	U-Tiosyan	μmol/l	17	91	73	245	245
Tetrakloorieteeni	U-PerkIEt	μmol/l	36	0,1	0,1	0,4	0,4
Trikloorieteeni (trikloorietyleeni)	U-TCA	μmol/l	11	30	22	110	47
Typpioksiduuli	U-N ₂ O	nmol/l	1 ¹				
Uraani	U-U	nmol/l	16	0,04	0,03	0,18	0,18
Vanadiini	U-V	nmol/l	11	4,3	3,0	11	11

B = veri; d = vuorokausi; f = paasto; P = plasma; S = seerumi; U = virtsa

¹ näytteiden vähyyden vuoksi tuloksia ei ole ilmoitettu.

* vain työperäinen altistuminen.

Taulukko 5. Viite- ja toimenpiderajat analyysille, joita oli alle 50 kpl työperäistä altistumismittausta vuonna 2011.

Analyysi	Altistumattomien viiteraja	Toimenpideraja
Seerumi/plasma		
S-Al	0,1 µmol/l	ei ole asetettu
P-Cu	14 – 23 µmol/l	ei ole asetettu
S-Se	1,1 – 1,6 µmol/l	ei ole asetettu
fP-Zn	10 – 20 µmol/l	ei ole asetettu
Veri		
B-AKoiEs/ B-PKoiEs	10 % lasku lähtötasosta	30 % lasku lähtötasosta
B-Co	10 nmol/l ~ 0,6 µg/l (0,8 µg/l*)	ei ole asetettu
B-Cr	0,01 µmol/l ~ 0,5 µg/l (0,8 µg/l*)	ei ole asetettu
B-Mn	350 nmol/l (295 nmol/l*)	ei ole asetettu
B-Mo	1,5 µg/l (1,4 µg/l*)	ei ole asetettu
B-Ti	50 µg/l (24 µg/l*)	ei ole asetettu
Virtsa		
U-Ag	1,7 µg/l kansainvälinen arvo	ei ole asetettu
U-Be	15 nmol/l	ei ole asetettu
U-Cu	0,08 – 0,50 µmol/l	ei ole asetettu
dU-Cu	0,24 – 0,47 µmol/vrk	ei ole asetettu
U-F	100 µmol/l	200 µmol/l (an) 350 µmol/l (in)
U-HD	0,5 mmol/mol kreat.	2 mmol/mol kreat.
U-HDIHDA	0,5 µmol/mol kreat.	ei ole asetettu
U-HNMP	1 µmol/l	900 µmol/l
U-Mandel	0,2 mmol/l	5,2 mmol/l
U-MDA	0,5 µmol/mol kreat.	50 µmol/mol kreat.

Analyyysi	Altistumattomien viiteraja	Toimenpideraja
Virtsa		
U-MDIMDA ja U-TDITDA	0,2 µmol/mol kreat.	ei ole asetettu
U-MEAA	0,5 mmol/mol kreat.	50 mmol/mol kreat.
U-MEK	1,5 µmol/l	20 µmol/l
U-Mo	1340 nmol/l	ei ole asetettu
U-N ₂ O	20 nmol/l	700 nmol/l
U-PBa	1 µmol/mol kreat.	ei ole asetettu
U-Pd	10 nmol/l	ei ole asetettu
U-Pt	3,5 nmol/l	ei ole asetettu
U-Rh	6 nmol/l (epävirallinen)	ei ole asetettu
U-Sb	9 nmol/l	ei ole asetettu
U-Se	0,30 µmol/l (0,07 mg/g kreat. *)	ei ole asetettu
U-Sevo	1,5 nmol/l	30 nmol/l
U-TBA	1 µmol/l	30 µmol/l
U-TCA	50 µmol/l	120 µmol/l
U-Ti	680 nmol/l	ei ole asetettu
U-U	<0,2 µg/g kreatiniinia (0,08 µg/g kreatiniinia*)	ei ole asetettu
U-V	50 nmol/l (7 nmol/l*)	600 nmol/l
U-Zn	8-12 µmol/l	ei ole asetettu

B = veri; d = vuorokausi; f = paasto; P = plasma; S = seerumi; U = virtsa
(an) = aamunäyte, (in) = iltanäyte

*) muuttunut vuonna 2012.

Taulukko 6. Biomonitoroinnin muuttuneet viitearvot vuonna 2011.

Analyysi	Vanha altistumattomien viiteraja (2010)	Uusi altistumattomien viiteraja (2011)
Veren lyijy, B-Pb	0,3 µmol/l	0,09 µmol/l

Taulukko 7. Biomonitoroinnin muuttuneet viitearvot vuonna 2012.

Analyysi	Vanha altistumattomien viiteraja (2011)	Uusi altistumattomien viiteraja (2012)
Seerumi		
S-Tiosyan	100 µmol/l (ei tup.) 250 µmol/l (tup)	110 µmol/l (ei tup) 250 µmol/l (tup)
fS-PCB	3 µg/l	2 µg/l
Veri		
B-Co	0,6 µmol/l	0,8 µmol/l
B-Cr	0,6 µmol/l	0,8 µmol/l
B-Mn	350 nmol/l	295 nmol/l
B-Mo	1,5 µg/l	1,4 µg/l
B-Ti	50 µg/l	24 µg/l
Virtsa		
U-Co	40 nmol/l	25 nmol/l
U-Pb	0,015 µmol/l	0,008 µmol/l
U-Mn	40 nmol/l	10 nmol/l
U-2-Naftol		7 µg/l (ei tup) 30 µg/l (tup)
U-Pyr	3 nmol/l	0,8 µg/l
U-Se	0,30 µmol/l	0,07 mg/g kreat.
U-Tiosyan	85 µmol/l (ei tup) 250 µmol/l	140 µmol/l (ei tup) 250 µmol/l (tup)
U-Ti		680 nmol/l
U-U	0,2 µg/g kreat.	0,08 µg/g kreat.
U-V	50 nmol/l	7 nmol/l
Analyysi	Vanha toimenpideraja	Uusi toimenpideraja
U-Co	600 nmol/l	130 nmol/l
U-Pyr		2,6 µg/l*

*Tullut voimaan vuoden 2011 lopulla.

Taulukko 8. Biomonitorointianalyysien analyysivastaavat ja analyysit vuonna 2011.

Analyysivastaava	Analyysi
Maj-Len Henriks-Eckerman	isosyanaattimetaboliitit, trietyyliamiini
Sirpa Pennanen Marjut Reiman	homepölyvasta-aineet, punkkivasta-aineet
Urve Jakobson	sevofluraani, typpioksiduuli
Mirja Kiilunen	antimoni, alumiini, arseeni, beryllium, elohopea, fluoridi, kadmi- um, koboltti, kromi, kreatiniini, kupari, lyijy, mangaani, molyb- deeni, nikkeli, palladium, platina, seleeni, sinkki, tiosyanaatti, titaani, uraani, vanadiini
Jouni Mikkola	butoksietikkahappo, 2-(2-butoksietoksi)etikkahappo, etoksietik- kahappo, fenoksibentsoehappo, fenoli, 2,5-heksaanidioni, hemo- globiinin häkähemoglobiini, manteli- ja fenyyliglyoksyylihappo, mantelihappo, 2-(2-metoksietoksi)etikkahappo, metyleenibis(2- kloorianiliini), metyleenidianiliini, metyylietyyliketoni, metyylihip- puurihappo, mukonihappo, muurahaishappo, oksaalihappo, virt- san suhteellinen tiheys, tert-butyylialkoholi, 2-tiotiatsolidiini-4- karboksyylihappo, trikloorietikkahappo
Simo Porras	asetyyli- ja pseudokoliiniesteraasi, hydroksi-N-metyyli-2- pyrrolidoni, naftoli, polyklooratut bifenyylit, tetrakloorieteeni, tolueeni
Sinikka Vainiotalo	1-pyrenoli

KIITOKSET

Kokoelma perustuu Työterveyslaitoksen biomonitorointipalveluiden toimintaan. Analyysien tekemiseen ovat osallistuneet lukuisat henkilöt, joita haluamme kiittää tehdystä työstä. Kielen huollon ovat tehneet Alice Lehtinen ja Sointu Högström.

Työntekijöiden kemikaalialtistumisen seurantaan ja riskin-
arvioon käytetään verestä ja virtsasta tehtäviä altistumis-
mittauksia. Biologinen monitorointi huomioi yksilöiden väliset
erot altistumisessa sekä imeytymisen kaikkia kolmea reittiä
pitkin: ihon läpi, hengitysteitse ja ruoansulatuskanavasta,
sekä aineen kertymisen elimistöön pitkäaikaisessa ja toistu-
vassa altistumisessa.

Vuoden 2011 tilastoon on koottuna yli 20000 biologisen
monitoroinnin mittauksen tulokset, tärkeimpien määritysten
pitoisuusjakaumat, altistavimmat työtehtävät ja suurimpien
määritysten kohdalta vertailu aiempien vuosien tuloksiin.

Julkaisun toivotaan helpottavan oman työpaikan tulosten
vertaamista muiden työpaikkojen tasoon Suomessa. Julkaisu
antaa myös kuvan työperäisen kemikaalialtistumisen tasosta
Suomessa ja altistumistasojen vaihteluista viranomaisille
päättöksenteon pohjaksi.

TYÖTERVEYSLAITOS

Työterveyslaitos, Kemikaaliturvallisuustiimi
Topeliuksenkatu 41 a A, 00250 Helsinki

www.ttl.fi

ISBN 978-952-261-267-0
ISBN 978-952-261-268-7

(nid.)
(PDF)



Työterveyslaitos